Allgemeine

# physiologische Chemie.

---

# Versuch

einer allgemeinen

# physiologischen Chemie,

von

**G. J. Mulder,**
Professor an der Universität zu Utrecht.

Mit
**eigenen Zusätzen des Verfassers**
für
diese deutsche Ausgabe seines Werkes.



**Mit 8 colorirten und 12 schwarzen Kupfertafeln.**

**Zweite Hälfte.**

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1844—51.

# Thierische Gewebe.

Wir haben im Anfange dieses Abschnittes, wo ich die verschiedenen Ansichten der Naturforscher über die Bildung der Gewebe mittheilte, gesehen, daß die Meinungen hinsichtlich der Zellenbildung noch sehr getheilt sind. Während Einige behaupten, daß alles Organische ursprünglich aus Zellen hervorgehe, wird dies von Andern wieder in Abrede gestellt, und während die Einen die Kerne als die zellenerzeugenden Körper betrachten, sind Andere der Meinung, daß der Kern etwa wie ein Amylum- oder Chlorophyllkörnchen nur zu dem Inhalte der Zelle gehöre. Diese Meinungsverschiedenheit hat übrigens ihren Grund wohl mehr in dem zu bearbeitenden Gegenstande selbst, als in fehlerhaften Beobachtungen. So schwer es oft ist, in den Pflanzenzellen die Kerne nachzuweisen, so selten fehlen sie in den animalischen Zellen, und während die Zellenform in dem Pflanzenreiche allgemein die ursprüngliche ist, so entwickeln sich doch manche thierische Gewebe aus etwas Anderem als aus Zellen.

Die kräftigen Vertreter der Zellentheorie haben gleichwohl die Entwickelung auch derjenigen Organe, bei denen die Zellen selbst von Anfange an gänzlich fehlen, eine celluläre genannt. Die kleinen Theilchen, welche man in solchen in der Entstehung begriffenen Geweben wahrnimmt, nennen sie Kerne, und da sie in diesen Kernen selbst Bläschen mit Kernkörperchen erblicken,

so ist ein Gewebe, welches sich daraus entwickelt, nach ihrer Ansicht aus Zellen entstanden. Die Zelle kommt hier nur nicht zur Entwickelung, aber ihr wesentlicher Bestandtheil, der Kern, ist doch vorhanden, und aus dem Kerne bildet sich anstatt eines Bläschens eine Primitivfaser.

Man sieht, daß es sich hier um einen Wortstreit handelt. Bei so kleinen Körpern wie die Zellenkerne, läßt sich nicht mehr mit Bestimmtheit entscheiden, ob die Kerne wirklich hohle Bläschen sind; wir sehen kleine runde Körperchen, über deren Natur die Beobachtungen noch weiter kein Licht verbreitet haben.

Nimmt man hinzu, daß bei der Entwickelung vieler thierischer Gewebe zu Anfang nichts Anderes als solche Kerne wahrgenommen wird, und daß dasjenige, was daraus gebildet wird, ohne deutlich erkennbare Zelle zu Stande kommt, so ergiebt sich, daß die animalischen Gewebe weit entfernt sind, die allgemeine Gültigkeit derjenigen Gesetze zu bethätigen, nach denen wir die Pflanzengewebe sich bilden sehen, daß vielmehr bei der Entwickelung der verschiedenen Gewebe vom Beginn bis zur Vollendung derselben die größte Mannigfaltigkeit herrscht. Auch die Beschaffenheit der Organe der Thierwelt weicht wesentlich von der der Pflanzenorgane ab; die Stoffe, woraus sie bestehen, sind unter sich sehr verschieden, und in Folge dieser Verschiedenheiten zeigt sich in den thierischen Geweben eine Reihe von eigenen Entwickelungszuständen, welche durch die Zellentheorie nicht vollkommen erklärt werden können.

Sogar in demselben thierischen Gewebe findet man bei dessen Entstehung nicht immer bloß eine eigenthümliche Entwickelungsart, sondern oft mehrere zugleich: Zellenbildung mit und ohne Kerne, Erzeugung anderer Elementartheile ohne vorangegangene Zellenbildung.

Es entstehen im Thierreiche keine Zellen ohne die Substanz, welche das Material dazu liefert. Sie führt den Namen Cytoblastem; bei den Pflanzen entspricht ihr die Substanz, welche Mirbel Cambium nannte.

Dieser Keimstoff bei den Thieren ist bald eine vollkommen helle, durchsichtige Flüssigkeit, bald mit kleinen Körnchen gemengt, welche vor der Zellenbildung aufgelöst, oder während derselben von der Zellenwand aufgenommen werden und dieselbe verdicken. Jener Keimstoff wird zur Bildung der Zellen oder anderer ursprünglicher Theile im Verlaufe ihrer Entwickelung ganz oder nur zum Theil verbraucht und nimmt im letztern Falle verschiedene Formen an, indem er bald eine körnige, zwischen den Zellen zurückbleibende feste Masse, bald eine scheinbar homogene Materie bildet, welche die Zellen von einander gesondert hält und gleichzeitig Bindemittel derselben ist.

Wir haben bei Betrachtung der Pflanzenzellen (S. 419) gesehen, daß die ersten Zellenmembranen von den später auf ihnen abgelagerten Schichten in ihrer Form und Beschaffenheit bedeutend abweichen, so daß eine alte Zelle zum größten Theile aus ganz andern Stoffen besteht, als sie im jugendlichen Zustande enthielt. Die nämlichen Erscheinungen beobachten wir in der Thierwelt. Eine Zellenwand kann auch hier inkrustirt werden; aber, was bei den Pflanzen nicht geschieht, sie kann auch wieder aufgelöst und durch andere Substanzen ersetzt werden, oder sie kann einen so ganz verschiedenen chemischen Charakter annehmen, daß man auf eine wesentliche Veränderung der ursprünglichen Membran schließen muß.

Die Ursache dieser Verschiedenheit ist die im thierischen Körper stattfindende Circulation einer Flüssigkeit. Der Stoffwechsel bei den Pflanzen findet dadurch statt, daß der Nahrungssaft immer in einer Richtung herbeigeführt wird; im thierischen Organismus dagegen strömt, so lange ein Individuum Leben hat, die die nährenden Säfte enthaltende Flüssigkeit in continuirlichem Kreislaufe durch alle seine Theile und macht dadurch eine bei weitem vielseitigere Veränderung in den primären Gebilden möglich, als es bei den Pflanzen der Fall sein kann.

Die ursprüngliche Zellenmembran der thierischen Gewebe

ist wahrscheinlich eine einzige Substanz, oder wenigstens für die sehr verschiedenen Gewebe aus einer Verbindung zweier oder mehrerer, aber stets der nämlichen Stoffe zusammengesetzt. Die Wissenschaft kann gegenwärtig, und annähernd mit einiger Wahrscheinlichkeit, bestimmen, welche jene Substanz sei, oder welches ihre Hauptbestandtheile sind. Wir haben nämlich (S. 313 u. 327) gesehen, daß im Eidotter als Hauptbestandtheil nicht Eiweiß, noch Casein oder Faserstoff, sondern ein Körper enthalten ist, dessen Zusammensetzung durch die Formel: $C_{40} H_{62} N_{10} O_{12} + O_2$ ausgedrückt werden kann und den wir Proteinbioxyd genannt haben. Mit dieser Substanz, aus welcher sich gleich während des Brütens die ersten Zellen formen, kommt ein fettes Oel gemengt vor; da sich indessen weder in den in Entwickelung begriffenen Zellen, noch in den Geweben ein ähnliches fettes Oel vorfindet, so kann man es in Bezug auf die Zellenbildung im Ei völlig unberücksichtigt lassen. Das Proteinbioxyd ist also der Stoff, woraus bei der Bebrütung des Eies sich die Zellen entwickeln. Nehmen wir hinzu, daß in den thierischen Geweben nirgends Proteinoxyd fehlt, daß bei Entzündungen beide Proteinoxyde in beträchtlicher Menge ausschwitzen und ein starkes Cytoblastema bilden, woraus schnell Pseudomembranen erzeugt werden, so kann dies nur die Gründe für die Annahme verstärken, daß, wenn es im thierischen Körper eine allgemeine ursprüngliche Zellensubstanz giebt, diese Proteinbioxyd ist, eine Substanz, welche unter dem Einflusse von Sauerstoff aus dem Protein entsteht, und die in keinem animalischen Gewebe fehlen darf.

Jenes Proteinbioxyd kann, wie der Eidotter und die Entzündungshaut lehren, zwei Formen annehmen, eine feste und eine flüssige*). Es kann also im flüssigen Zustande für sich ganz allein das Cytoblastema ausmachen, und aus dem anfangs flüssigen Zustande

*) Es ist im entzündeten Blute aufgelöst, oder wenigstens in einem der Auflösung ähnlichen Zustande enthalten und bildet auf der Oberfläche des abgelassenen Blutes eine Flüssigkeitsschicht, welche nach und nach fest wird und von nun an im Blutserum und im Wasser unlöslich ist.

durch einfache Veränderung der Form allmälig in den festen übergehn, gleichwie in den Pflanzen Dextrin sich in Cellulose umwandelt.

Aber wenn auch Proteinbioxyd wirklich der Körper ist, woraus sich im Eidotter und bei der Bildung von Pseudomembranen die ersten Zellen entwickeln, so ist doch das allgemeine Vorkommen desselben in allen thierischen Zellen bei ihrer Entstehung noch zweifelhaft und kann nicht eher mit Bestimmtheit ausgesprochen werden, bis es durch fortgesetzte Beobachtungen erwiesen ist; die angeführten Gründe scheinen mir indessen Gewicht genug zu besitzen, um es wenigstens sehr wahrscheinlich zu machen, daß die Zellenwand aus Proteinbioxyd gebildet wird.

Wir können über die Veränderung der Form und Zusammensetzung, welche jene primäre thierische Zellensubstanz in den verschiedenen Geweben erleidet, erst bei der Betrachtung der einzelnen Gewebe selbst reden; aber ich will hier nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, daß die Umwandlung der die ursprüngliche Zellenwand bildenden Substanz in die sehr verschiedenartigen Elementartheile des Organismus, welche später daraus hervorgehen, auf den ganzen Organismus von größtem Einflusse sein muß. Zwar sind die chemischen Unterschiede nicht bei allen Geweben sehr bedeutend, ungeachtet ihre Formen sehr abweichen; aber sie finden sich doch und sind bei manchen ausgebildeten Geweben so groß, daß uns nach wie vor der Zusammenhang mit der ursprünglichen Membran unbekannt bleibt. Wo wir sie beobachten, muß umgekehrt die Verschiedenheit in der Zusammensetzung nothwendiger Weise genau mit der in den ursprünglichen Geweben stattgehabten Formänderung zusammenhängen.

Die Natur bedarf übrigens, um Formverschiedenheit hervorzubringen, nicht immer einer großen chemischen Aenderung (S. 363). Wir sehen im organischen Reiche äußerst kleine Beimengungen fremder Körper eine scheinbar große Verschie-

denartigkeit zu Wege bringen, und wir müssen überall, selbst da, wo wir bei Verschiedenheit der Formen — wenn dies möglich wäre — eine absolut gleiche Zusammensetzung in der organisirten Natur auffänden, geneigt sein, dieselben Ursachen anzunehmen, welche uns über den Dimorphismus in der unorganischen Natur Aufklärung verschaffen.

Aus dem Obigen erhellt, daß sich in dem thierischen Organismus die Zusammensetzung beständig ändert, so lange der Wechsel der Form fortdauert. Da diese Erneuerung der Form bei der schnellen Reproduction in manchen Geweben während des ganzen Lebens nicht aufhört, so ist natürlich auch der Stoffwechsel in dem Thierkörper weit größer als in der Pflanze. Tausende von Zellen werden täglich in einem gesunden menschlichen Körper gebildet, abgestoßen und ausgesondert, z. B. die Epitheliumzellen der Schleimhäute; Tausende von Primitivfasern wachsen und verschwinden; nirgends ist Ruhe oder Gleichgewicht; nirgends wird die Form unverändert erhalten; nirgends ist die Function eines Moleküls erlahmt; überall im ganzen Organismus keine Stelle, kein Atom zu denken, wo nicht zur Unterhaltung des Stoffwechsels, der an andern Orten stattfindet, mitgewirkt wird. Der Körper ist ein vollkommen harmonisches Ganze, worin Wirkung und Rückwirkung in einem so genauen Zusammenhange stehen, daß der menschliche Verstand ihn niemals überall hin genau wird verfolgen können.

Je schwieriger indessen die Erforschung dieser Gegenstände ist, um so mehr muß sich der Naturforscher anstrengen, und um so belohnender ist das Wenige, was er ergründen kann.

Die Entwickelung der thierischen Gewebe ist uns viel genauer bekannt als die der Pflanzen, besonders was die chemische Zusammensetzung derselben anbelangt. Aus diesem Grunde kann ich diesen Theil auch wissenschaftlicher behandeln, als ich die elementaren Pflanzentheile abgehandelt habe.

Die chemischen Erkennungsmittel der elementaren thierischen Formen sind im Ganzen sehr bezeichnend, so daß wir mit wenigen ausreichen und doch ein genaue Auskunft erlangen können. Indessen läßt sich über jene Reactionen Nichts im Allgemeinen sagen, denn sie sind für die einzelnen Elementartheile verschieden. In ganz jungen sich noch entwickelnden Theilen, namentlich in den Zellenmembranen lassen sich immer Proteinverbindungen deutlich nachweisen.

Als allgemeine Eigenschaft der thierischen Zellenkerne hat man erkannt, daß sie in Essigsäure, Citronensäure und Weinsäure unlöslich sind. Essigsäure löst aber alle Proteinverbindungen auf; und wir erkennen daher aus dieser Reaction, daß der Kern eine andere Substanz ist als die in Essigsäure lösliche primäre Zellenmembran. Mehr wissen wir hierüber leider nicht, aber dies Wenige verdient schon Beachtung; und wenn der Kern der hauptsächlich wirksame Theil der Zelle ist, der Theil, welcher die Zelle bildet, so wird es noch wichtiger, zu erfahren, woraus er besteht, um so mehr noch, als bei manchen Geweben aus den Kernen sich Fasern entwickeln.

Was die Kerne anlangt, welche in den animalischen Geweben keine Zellen, aber andere elementare Formen produciren, so enthält diese Thatsache, welche durch Beobachtungen hinlänglich constatirt zu sein scheint, nichts Außerordentliches. Ein Kern ist eine Gruppe organischer Moleküle, von denen eine bestimmte Thätigkeit ausgeht, eine Thätigkeit nämlich im chemischen Sinne. Jene Gruppe bringt eine chemische Umsetzung der benachbarten aufgelösten Stoffe hervor, bewirkt, daß sie eine feste Form annehmen, und zieht die Theilchen in bestimmten einander entgegengesetzten Richtungen an ihrer Oberfläche an. Auf diese Art entstehen Henle's Kernfasern, auf die nämliche Weise kann aber auch eine jede andere vom Kernfaserstoff (elastisches Gewebe) verschiedene Faser entstehen, sobald der Kern, oder die ursprüngliche Gruppe anderer Art ist.

Verschiedenartige Kerne können so aus der nämlichen Flüssigkeit (Ernährungsflüssigkeit, Cytoblastema) verschiedene Producte erzeugen. Es ist daher, weil die Producte, welche aus derselben Ernährungsflüssigkeit durch Aneinanderreihung der Theilchen durch Kerne gebildet werden, so mannigfaltig sind, nicht wahrscheinlich, daß alle Kerne aus ein und derselben Substanz bestehen *).

Alles, was von den Kernen als Erzeugern der Fasern gesagt ist, kommt also darauf hinaus, daß zuerst eine Gruppe fester Moleküle abgeschieden wird, und daß diese Gruppe die Absonderung fester Theile aus der umgebenden Flüssigkeit bestimmt. Diese Wirkung geht den Beobachtungen zu Folge von zwei einander gegenüberliegenden Seiten der festen Gruppe aus.

Die Entstehung organischer Fasern hat, aus obigem Gesichtspunkte betrachtet, eine gewisse, wenn auch nur unvollkommene, Aehnlichkeit mit der Abscheidung krystallinischer Stoffe durch Moleküle fester Körper, welche man in eine concentrirte Salzlösung bringt. —

Was ferner die Entwickelung der elementaren thierischen Formen im Allgemeinen betrifft, so ist dieser Punkt für die Erforschung einer der schwierigsten, die es giebt. Wir haben (S. 369) schon im Allgemeinen über die Bildung der Zellen aus Kernen, oder auf andere Weise, gesprochen. Dieser Gegenstand bedarf daher für unsern Zweck keiner weitern Erörterung. Die Entstehung der Fasern, so mannigfaltig in dem thierischen Organismus, läßt sich vielleicht unter dem so eben gegebenen Gesichtspunkte auffassen. Die Entwickelung von Kanälen und Röhren in dem Thierkörper geschieht ohne Zwei-

---

*) In wiefern Gewebe, welche ursprünglich keine regelmäßig geformte Zellen bekommen, ohne Kerne unvollkommen entwickelte Zellen enthalten können, welche in Fasern übergehen, muß durch neue Untersuchungen ausgemacht werden.

fel auf ähnliche Weise wie bei den Pflanzen (S. 443). Und was endlich die Vereinigung und Gruppirung der drei Hauptelementarformen, der Zellen, Fasern und Kanäle zu zusammengesetzten Organen betrifft, so liegt die Betrachtung dieses Gegenstandes, wenigstens so weit er bis jetzt erforscht ist, so sehr außerhalb der Grenzen einer physiologischen Chemie, daß es zweckmäßig erscheinen muß, denselben hier zu übergehen, um so mehr, da ich ihn durch eigene Beobachtungen nicht weiter habe aufklären können.

Ich habe bei der Untersuchung der nachfolgenden thierischen Gewebe mehr im Auge gehabt, sie in Rücksicht auf die chemische Zusammensetzung der Elementartheile zu behandeln, als eine ausführliche Beschreibung der Elementarformen selbst zu geben. Ich habe dabei andere Werke wohl zu Rathe gezogen, aber nicht abgeschrieben, und verweise daher den Leser vielmehr auf Henle*), Valentin**), Krause***), Todd und Bowman†) und andere Schriften, wo man eine unschätzbare Menge von Thatsachen über jenen Gegenstand aufgezeichnet findet.

Der genaue Zusammenhang zwischen den Elementarformen und der chemischen Zusammensetzung der Bestandtheile des organischen Reichs, der immer deutlicher sich offenbart, machte eine besondere mikroskopische Untersuchung jener Theile nothwendig. Ich habe mich hierbei der Unterstützung meines Freundes, des Dr. Donders, Lehrer an der Königl. Schule für Militärärzte, zu erfreuen gehabt, welcher die Güte hatte, die wichtigsten Gewebe mit mir zu untersuchen, und dessen Scharfsinne der Leser das Gute zuschreiben mag, welches die folgenden Untersuchungen enthalten mögen.

---

*) Allgemeine Anatomie, S. 220 ff., Leipzig, 1841.

**) In Wagner's Handwörterbuch, I. S. 618.

***) Handbuch der menschlichen Anatomie, Hannover, 1843.

†) The Physiological Anatomy and Physiology of man, London 1843.

## Horngewebe.

Eine Menge verschiedener Theile des thierischen Organismus zeigen in dem elementaren Bau große Uebereinstimmung mit den nicht abfallenden Hörnern der wiederkäuenden Thiere; man hat sie deshalb Horngewebe genannt. Im jugendlichen Alter bestehen sie alle aus Zellen mit deutlich unterscheidbaren Kernen; bei späterer Entwickelung der Gewebe geht die zellige Form ganz oder theilweise verloren, und das Gewebe tritt dann meist unter einer neuen Gestalt auf.

Jene Verschiedenheit ist übrigens nur scheinbar. Denn durch Pressung der Zellen und in Folge des Austrocknens ihres flüssigen Inhaltes entstehen in der Regel auf mancherlei Weise unter einander verbundene Plättchen, welche durch Eintritt von Flüssigkeiten, die im Stande sind, die alte Zellenwand zu durchdringen, fast immer wieder die reine Zellenform annehmen können.

Das Wesentliche der Lehre von den Horngeweben läßt sich daher schon jetzt sehr kurz zusammenfassen. Sie bestehen aus Zellen, welche von Anfang an keine andere Veränderung erlitten, als daß sie ihre Kerne und den flüssigen Inhalt verloren, und daß sie durch Druck oder Ausdehnung die Form von Plättchen oder Fasern angenommen haben, welche sich unter dem Einflusse gewisser chemischer Agentien wieder in Zellen umformen lassen.

Was die chemische Natur jener Gewebe anlangt, so ist viel Grund für die Annahme einer einfachen in den meisten derselben enthaltenen Grundsubstanz vorhanden, einer Substanz, woraus die Zellenwand entweder ganz besteht, oder welche wenigstens den Hauptbestandtheil derselben ausmacht. Dafür spricht namentlich das Verhalten der meisten Horngewebe gegen chemische Agentien. Aber es finden sich demungeachtet

noch Verschiedenheiten, welche aus zweierlei Ursachen entspringen können.

Das Cytoblastema scheint nicht für alle Horngewebe dasselbe zu sein; denn bei der Bildung sehr gleichartiger Zellenmembranen bleibt in verschiedenen Geweben ein besonderer Bestandtheil des Cytoblastemas übrig, welcher sich theils als Bindemittel zwischen die Zellen legt, theils von der Zelle selbst eingeschlossen wird.

Der Luft ausgesetzt, trocknen die meisten Horngewebe aus, und die plattgedrückten und in ihrer Form veränderten Zellen besitzen dann einen trocknen Inhalt, der auf die chemische Zusammensetzung von Einfluß ist und kleine Abweichungen in derselben veranlaßt, wovon die Chemie noch nicht völlige Rechenschaft geben kann.

Was das Bindemittel betrifft, so addirt sich auch dessen Einfluß zu dem des getrockneten Inhaltes hinzu, um die chemische Natur der Horngewebe bei vielleicht absoluter Gleichheit der Zellenwände in einigen derselben zu verändern.

Wir werden indeß später sehen, daß die Zellenwände nicht in allen Geweben dieselben Stoffe enthalten, aber diese nähern sich doch einander so, daß man sie sicher in den meisten Fällen für nicht wesentlich verschieden ansehen darf, das einfache und theilweise auch das zusammengesetzte plattförmige Epithelium allein ausgenommen.

## Epithelium.

Die Haut, die serösen Membranen, die Schleimhäute, die innere Oberfläche der Blut- und Milchgefäße (weivaten) sind mit einem Gewebe bedeckt, welches man Epithelium nennt, und welches aus isolirten, meistens Kerne enthaltenden Zellen besteht. Diese obere Haut löst sich nach Auflegen von blasenziehenden Pflastern, durch Berührung mit heißen Gegenständen, oder nach dem Tode in Folge der Verwesung in

großen Platten ab. Sie verwest viel langsamer als die Haut und gleicht hierin dem Horn und den Haaren; sie ist, wie das Epithelium der übrigen Häute, frei von Gefäßen und Nerven.

Das Epithelium entsteht aus Stoffen, welche von der Oberfläche der Organe, die damit bedeckt werden sollen, abgeschieden werden. Eine aus denselben abgesonderte Flüssigkeit organisirt sich und bildet entweder eine einfache Schicht von Zellen, welche permanent zu sein scheint, wie auf den serösen Häuten, in den Blutgefäßen und an andern Stellen; oder es erzeugen sich mehrere Lagen aufeinandergepackter, zusammengedrückter Zellen, deren äußerste sich abnutzen und von unten her durch andere immer wieder ersetzt werden, wie bei der Oberhaut (Fig. 86). Die erste Art kann man einfaches, das zweite schichtenförmiges Epithelium nennen. Bei letzterem vermehren sich bisweilen die Zellen, und die Schicht wird immer dicker, wenn durch äußere Ursachen die Absonderung der Flüssigkeit zunimmt, welche zur Entstehung der Zellen verwendet wird (Schwiele); oder die Zellen bildende Flüssigkeit scheidet sich an einer kleinen Stelle in großer Menge aus, die Masse backt zusammen und wirkt durch äußern Druck wie ein eckiger Körper schmerzhaft auf die Haut zurück und durchdringt dieselbe nach innen zu (Hühneraugen).

Die Zusammensetzung des Epitheliums sowohl wie dessen Form ist für verschiedene Theile, welche davon bedeckt werden, verschieden. Man findet in seinen Zellen nach Henle ein oder zwei Kernkörperchen mit dunkler Hülle und außerdem einzelne mehr vertheilte hellere Kerne. Erstere sind in Essigsäure, Ammoniak und kohlensaurem Ammoniak unauflöslich, in Kali und kohlensaurem Kali löslich. Die Zellen selbst sind hell und entweder mit einer klaren Flüssigkeit oder mit einer durchscheinenden festen Substanz gefüllt. Sie liegen durchgehends so dicht neben einander, daß sie gleich den Pflanzenzellen polyedrische Formen besitzen. In einigen Fällen sieht man deutlich eine die

Zellen verbindende Substanz, welche die Zwischenräume anfüllt. Verdünnte Kalilauge, Essigsäure und Schwefelsäure lösen dieselbe mit Zurücklassung der Zellen auf. Diese Intercellularsubstanz unterscheidet sich also von dem eigentlichen Zellenstoffe; sie muß aus demjenigen Theile der Cytoblastema entstanden sein, welcher nach der Zellenbildung übrig geblieben ist. Sie ist in vielen Lösungsmitteln, namentlich in Kali und Schwefelsäure, löslicher als die Zellenwand selbst, ein Umstand, der uns ein Mittel an die Hand giebt, um die Zellen zu isoliren.

Die Schleimhaut des Mundes, der Nase und anderer Theile bietet Gelegenheit dar, die jungen Zellen des Epitheliums kennen zu lernen. Was man von der Oberfläche jener Theile abschaben kann, ist junges Epithelium, und um neue Kerne enthaltende Zellen recht deutlich zu sehen, braucht man nur ein wenig von der Oberfläche jener Theile abzuschaben und unter dem Mikroskop zu betrachten. Der Mund- und Nasenschleim enthält daher immer frisch abgestoßene Epitheliumzellenreihen (s. S. 248). In der äußersten Hülle jener Theile findet also eine fortdauernde Entwickelung neuer Zellenreihen Statt, welche immer wieder als Exkrete abgesondert werden, deren Menge in gewissen abnormen Zuständen bedeutend zunimmt, und die in Masse abgeschieden ein Kennzeichen für manche Krankheiten abgeben (belegte Zunge) und durch diese Ausscheidung von wohlthätigem (kritische Stuhlgänge) oder nachtheiligem Einflusse auf den Organismus sein können (Schleimfluß) *).

Man unterscheidet plattenförmiges Epithelium, Cylinder- und Flimmer-Epithelium. Ersteres bedeckt die Oberfläche der serösen Häute (Fig. 87), wodurch die Höhlungen, in denen die Eingeweide frei hängen, sowie auch die äu-

*) Jene Epitheliumzellen sind deshalb in großer Menge in den Faeces eingemengt und machen einen nicht zu vernachlässigenden Bestandtheil derselben aus. Sie sind stickstoffhaltig, und die Faeces als Düngungsmittel wirken daher zum Theil mit durch den Gehalt an jenen Zellen, zum Theil durch die zugleich mit gemengten Schleimkügelchen des Schleimes der Verdauungswerkzeuge.

ßere Oberfläche jener Eingeweide selbst bedeckt sind, z. B. das Peritonaeum. Wenn man daher eine seröse Membran analysiren will, so hat man außer der Substanz, die durch Kochen in Leim verwandelt wird, auch die Bestandtheile des plattenförmigen Epitheliums in Rechnung zu ziehen, welches man also vorher mit einem Messer abschaben muß (S. 333). Beinahe dieselbe Form hat die Hülle mancher Schleimhäute, z. B. die des Mundes (Fig. 89), ferner die, welche das Herz, die Arterien und Adern bis zum Capillargefäßsysteme hin inwendig bedeckt. Sie wird selbst von kochendem Wasser nicht aufgelöst und ist auch in Aether und Alkohol, in Ammoniak und kohlensaurem Ammoniak und in verdünnten Mineralsäuren unlöslich, aber sie löst sich in Essigsäure, obwohl etwas schwierig, leicht in kaustischem Kali.

## Plattenförmiges Epithelium.

Wir unterscheiden zwei Arten dieses Epitheliums: eines, welches aus einer einzigen Schicht besteht, und ein anderes, welches aus mehreren Schichten zusammengesetzt ist.

### Einfaches Epithelium.

Wir haben dasjenige auf den serösen Häuten, namentlich vom Peritonaeum, untersucht *).

---

*) Einfaches plattenförmiges Epithelium, durch Abschaben von der inneren Oberfläche des Peritonäums einer Kuh erhalten, besteht aus sehr dünnen, aneinander schließenden vielseitigen Plättchen mit körnigem Inhalte; man sieht in jedem einzelnen Plättchen nur einen Kern (Fig. 87). Von verdünnter Essigsäure werden sie viel blasser aber körniger. Es kommen nicht mehr Kerne zum Vorschein, vielmehr scheinen die Zellen jetzt frei von Kernen zu sein. Der körnige Inhalt dehnt sich bis an den Rand hin aus, durch stärkere Essigsäure weichen sie von einander und liegen in etwas größerer Entfernung; sie sind rund geworden, bleiben körnig und behalten dieselbe Größe, welche sie ursprünglich hatten (Fig 88).

Die durch Abschaben aus der Aorta vom Menschen erhaltenen Platten haben denselben Bau, sind aber noch blasser und weniger deutlich. Indessen

Es kommt auf der inneren Fläche der Arterien vor, wo wir es beinahe ebenso geformt fanden, als auf dem Peritonaeum. Es besteht aus sehr platten kleinen Zellen mit körnigem Inhalte. Aber woraus die Wand, der Inhalt, oder — so weit sie vorkommen — die Kerne zusammengesetzt sind, hat bei der Schwierigkeit, eine hinreichende Menge davon zur Untersuchung zu sammeln, nicht untersucht werden können.

Wir haben indessen keinen zureichenden Grund, jenes Epithelium hinsichtlich seiner chemischen Natur den nachfolgenden Epitheliumarten anzureihen.

Das zusammengesetzte oder schichtenweis gebildete Epithelium ist verschiedener Art. Vor Allem gehört dasjenige dazu, welches die Mundhöhle bedeckt, und welches von der inneren Fläche der Backen leicht weggenommen werden kann und daher, freilich mit etwas Speichel und Schleimzellen gemengt, der Untersuchung leicht zugänglich ist. Da indessen die Mengen, welche man sich auf diese Weise von jenen Zellen verschaffen kann, sehr gering sind, so ist unsere Kenntniß ihrer Natur nach beschränkt.

Es sind große, eckige, mit einem Kerne und zum Theil mit einer körnigen Substanz versehene Plättchen (Fig. 89), welche in Kalilauge sich zu regelmäßigen Zellen ausdehnen (Fig. 90 a, b, c). Die alkalische Flüssigkeit löst die Wände, wenigstens anfangs, nicht auf; sie durchdringt dieselben endosmotisch und formt die Platten zu Ellipsoiden um (Fig. 90 d) *).

---

haben sie einen leicht zu erkennenden großen Kern, ringsherum mit hellem Rande versehen.

Auf dieselbe Weise von der Oberfläche der ventriculi cerebri einer Kuh genommen, sind sie den vorigen sehr ähnlich, liegen aber in einiger Entfernung von einander, sind sehr blaß und dünn, zirkelrund und mit Kernen versehen. In Essigsäure bleichen sie noch mehr, und die Kerne sind nun unsichtbar geworden; der Inhalt erscheint körnig. Wir sahen keine Flimmern auf denselben. (Donders und M.)

*) Epithelium der Mundhöhle. Durchscheinende, eckige, unregelmäßige Plättchen mit großen Kernen und einer Menge um den Kern verbreiteter Körnchen (Fig. 89). Die Kerne werden in starker Essigsäure blaß, was um so bemerkenswerther ist, weil sie in anderen Fällen durch Essigsäure

Unseren Erfahrungen gemäß unterscheiden sich die Zellenwände und die Kerne jener Zellen von allen übrigen Zellen des Horngewebes. Protein scheint nur in geringer Menge darin enthalten zu sein, welche Substanz den Hauptbestandtheil eines jeden wahren Horngewebes ausmacht.

Oberhaut. Unsere chemische Kenntniß von dem Epithelium, welches die verschiedenen Theile des Körpers bedeckt, beschränkt sich größtentheils auf die Epidermis. Außer den nie fehlenden, sogenannten unorganischen Salzen, ein wenig Fett und den Bestandtheilen des Schweißes, womit die Oberhaut ge-

---

meist deutlicher werden. Von besonderen Körperchen in den Kernen ist keine Spur vorhanden. Die Körner in dem übrigen Theile des Plättchens erscheinen nach der Anwendung der Essigsäure viel zahlreicher, indem fast die ganze Oberfläche davon bedeckt ist. Durch Zusatz von Wasser verändern sie sich, wie auch die Kerne, nicht.

Concentrirte Salpetersäure bleicht sie und bewirkt, daß die Kerne verschwinden; Ammoniak macht die Zellen wieder sichtbar und bei vielen den Inhalt körniger, aber stellt die Kerne nicht her. Sie werden nicht gelb, aber fast vollkommen oval. Mit concentrirter Salpetersäure erwärmt und darauf mit Ammoniak übersättigt, nehmen die Zellenwände eine schwach gelbliche Färbung an. Die Zellen erhalten eine sphäroidische Gestalt.

Von concentrirter gesättigter Kalilösung werden sie nicht sogleich aufgelöst; auf Zusatz von Wasser schwellen sie auf und nehmen erst eine ellipsoidische und zuletzt kugelrunde Gestalt an. Die Kerne und gleichfalls die körnigen Körperchen verschwinden, und es bleibt nur noch ein sehr durchsichtiges kugelrundes Bläschen übrig, welches endlich auch aufgelöst wird (Fig. 90 a, b, c).

Nach sechsstündiger Einwirkung von concentrirter Kalilauge sind sie beinahe kugelrund geworden, und die Zellen mit einem körnigen Inhalte versehen. Eine jede Zelle hat einen Kern. Auf Zusatz von Wasser drehen sie sich und flottiren als runde Zellen in der Flüssigkeit (Fig. 90 d); sie werden blasser und lösen sich allmälig auf. Die Kerne verschwinden früher und ändern sich zuvor in eine körnige Masse um (Fig. 90 b, c); der körnige Inhalt der Zellen wird in der mit Wasser verdünnten Kalilauge alsbald unsichtbar (Fig. 90 d). In einer Zelle, welche sich um ihre Achse drehet und dabei eine ellipsoidische Gestalt besitzt, erscheint der Kern als ein kugelförmiger Körper; in jeder Lage hat er einen gleichgroßen Durchmesser.

Jodtinktur färbt die Zellen dunkelbraun und macht die Kerne deutlicher hervortreten.

Schwefelsaures Eisenoxyd färbt sie nicht. Sie sind also nicht Ursache der rothen Färbung, welche der Speichel in einer Eisenoxydlösung hervorbringt.

Bei einer späteren Untersuchung des Epitheliums von der Bauchhaut der Kuh fanden wir in jeder Zelle einen deutlichen, beträchtlich großen Kern (Fig. 87 b). (Donders und M.)

tränkt ist, wie milchsaures Ammoniak, Milchsäure, Essigsäure, Chlornatrium, phosphorsaures Natron, phosphorsaurer Kalk, Eisenoxyd, Chlorammonium (Thénard, Berzelius, Anselmino), findet man darin 5 Procent einer leimgebenden, in kochendem Wasser auflöslichen Substanz, ein Bestandtheil, der indessen dem eigentlichen Gewebe, welches aus 93—95 Procent unauflöslicher Stoffe besteht, wahrscheinlich fremd ist. Die Oberhaut wird von concentrirter Schwefelsäure und den Alkalien leicht aufgelöst; daher die Eigenschaft dieser Stoffe, in Berührung mit der Haut ein fettiges Gefühl hervorzubringen. Bei der Behandlung mit Alkalien bleibt indessen ein Wenig unaufgelöst zurück, selbst nach mehrtägiger Digestion. Die alkalische Auflösung giebt, mit Essigsäure versetzt, einen weißen Niederschlag.

Durch Salpetersäure wird die Oberhaut gelb gefärbt und in Xanthoproteinsäure verwandelt. Salpetersaures Silber bringt eine violette Färbung hervor, einmal weil sie Chlornatrium enthält, wodurch sich am Lichte färbendes Chlorsilber entsteht, ferner weil der Schwefelgehalt der Oberhaut schwarzes Schwefelsilber erzeugt, und weil das Silberoxyd zu metallischem Silber reducirt wird (durch die milchsauren Verbindungen?), während die Salpetersäure Xanthoproteinsäure bildet. In der Lichtflamme verbrennt die Oberhaut unter Verbreitung des Geruchs vom verbrennenden Protein. Sie wird nicht von Alkohol und Aether aufgelöst. Salpetersaures Quecksilber färbt sie rothbraun *).

---

*) Oberhaut von der Brust eines Fötus, welcher beinahe ausgetragen war, quer durchschnitten nach sechsstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge. — Auf Zusatz von Wasser weicht die Oberhaut los; an der Oberfläche erscheinen durch Anschwellung wohlgeformte Zellen, und das Ganze hat ein cellulares Ansehen; nach und nach werden die Zellen sichtbarer, und die ganze Oberhaut zeigt auf einander gepackte Schichten wohl ausgebildeter ovaler Zellen.

Die Oberhaut besteht also aus Lagen von an- und aufeinander liegenden sehr platt gedrückten Zellen, die sich durch Einwirkung von Kali und Wasser ausdehnen.

Bei der Trennung der Oberhaut beobachtet man eine zwischen ihr und der Haut befindliche feinkörnige Substanz; diese soll das Cytoblastema der Oberhaut sein, mit Kernen durchmengt.

Die Zusammensetzung der Oberhaut, deren innerer, weicherer Theil früher mit Unrecht für eine besondere Haut (rete Malpighii) gehalten wurde, ist eine andere als die der Haare. Denn obschon Scherer eine Uebereinstimmung in der Zusammensetzung aller Horngewebe gefunden zu haben glaubt, so hat sich dieselbe doch nicht bestätigt.

---

An einem längs der Oberfläche abgeschnittenen Stücke aus der innern Handfläche des Fötus, welches sieben Stunden in concentrirter Kalilauge gelegen hat, sieht man nur vollkommen ausgebildete ovale Zellen und darin deutlich kleine Kerne. Einzelne isoliren sich und schwimmen frei in der Kaliflüssigkeit. Sie werden durch Zusatz von Wasser nicht verändert.

Die Oberhaut aus der innern Hand eines ausgewachsenen Menschen, der Oberfläche parallel abgeschnitten, zeigt ebenfalls nach siebenstündiger Einwirkung von Aetzkalilauge einzelne ovale Zellen (Fig. 91), und nach Zusatz von Wasser sieht man bei verschiedenen Stellungen des Focus merkliche Unterschiede in den Abständen zweier gegenüberstehender Zellenwände. Die Plättchen sind daher zu sehr durchsichtigen Zellen angeschwollen. Schwefelsäure contrahirt sie wieder und vermindert ihre Durchsichtigkeit, doch so, daß die Zellen noch deutlich zu unterscheiden sind. In Kalilauge trennen sich die Zellen, stoßen einander ab und zeigen keine Kerne; selbst die Plättchen der obersten Schichten werden in wahre Zellen verwandelt (a), die der tieferen Schichten sind kleiner (b), die einer Schwiele runder (c).

Die Oberhaut vom Schenkel eines ausgewachsenen Menschen ist nach vierstündigem Verweilen in verdünnter Essigsäure durchsichtiger geworden (Fig. 86). Die äußersten Schichten stellen Plättchen dar (Fig. 86 a auf dem Durchschnitt, Fig. 92 auf der Oberfläche betrachtet); darunter liegen regelmäßig gelagerte kleine Zellen mit Kernen (Fig. 86 b), und unter diesen unregelmäßig vertheilte Kerne (c), und endlich eine Schicht, worin nichts mehr wahrgenommen wird (d). Darauf folgt die eigentliche Haut (e).

Oberhaut, welche sechs Monate lang mit einem Ueberschusse von Schwefelsäure behandelt ist, hat sich scheinbar aufgelöst; aber unter dem Mikroskop unterscheidet man noch viele Plättchen, an denen die Struktur der Oberhaut deutlich zu erkennen ist. Sie schwellen in Wasser zu Zellen an.

Nach sechsmonatlichem Verweilen in concentrirter Salpetersäure, wobei alles Andere in Xanthoproteinsäure umgewandelt ist, besitzt die Oberhaut noch dieselbe plattenförmige Struktur, aber die Plättchen sind isolirt und mit dunkeln Ringen umgeben. Viele darunter scheinen bei der Umdrehung eirund, andere eckig zu sein; jedenfalls sind sie nicht platt, sondern haben entweder eine parallelepipedische oder cubische Gestalt. Viele enthalten eine große Gasblase eingeschlossen (von Stickoxyd), was hinlänglich beweist, daß die Stückchen nach drei Richtungen hin angeschwollen sind.

Sechsmonatliche Einwirkung von concentrirter Essigsäure läßt die Oberhaut unverändert, nur wird sie etwas durchsichtiger.

Nach sechsmonatlicher Behandlung mit Salzsäure ist Ulminsäure daraus gebildet; aber zum Theil ist die Form noch deutlich zu erkennen.

Concentrirte Kalilauge hat sie nach sechs Monaten ganz aufgelöst bis auf einige wenige Theilchen, welche keine regelmäßige Form mehr besitzen (Donders und M.).

Die Differenzen der bei den Elementaranalysen erhaltenen Zahlenresultate sind zwar nicht sehr groß, aber die Eigenschaften der Oberhaut entfernen sich so sehr von denen der Haare, daß wir schlechterdings nicht ein und dasselbe Gewebe in beiden voraussetzen können *). Schon mehr scheint sich die Oberhaut in ihren Eigenschaften dem Horn und dem Fischbein zu nähern; aber auch hier finden sich wesentliche Differenzen; die größte Aehnlichkeit besitzt sie aber mit den Nägeln, so daß man geneigt wäre, beide für eine und dieselbe chemische Verbindung zu halten, wenn sie nicht verschiedene Zusammensetzung hätten. Der Schwefelgehalt der Oberhaut ist nämlich viel geringer als der der Nägel, und auch der Kohlenstoffgehalt weicht um 1 Procent ab; weshalb sie also nicht identisch sind.

Die Zusammensetzung der Oberhaut entspricht der Formel $5(C_{40}H_{66}N_{12}O_{15})S$ **); aber es ist, wenigstens für jetzt, unmöglich, den Beweis für ihre Richtigkeit zu liefern. Ich bezweifle sogar die Reinheit der Oberhaut und meine, daß ihre Untersuchung deshalb weit weniger Werth hat als die Analysen der Haare, Nägel, des Horns und Fischbeins, weil der Inhalt ihrer Zellen viel bedeutender erscheint, als bei irgend einem der anderen genannten Horngewebe, welche einen fast zu

*) Scherer hat für die Oberhaut der Fußsohlen folgende Zusammensetzung gefunden (Annalen der Chemie und Pharm. Bd. 40, S. 55):

| | |
|---|---|
| C | 50,75 |
| H | 6,76 |
| N | 17,23 |
| O, S | 25,26 |

Bei der Wiederholung jener Untersuchung wurde für die mit Aether und Alkohol extrahirte Epidermis der Fußsohlen erhalten (Scheikundige Onderzoekingen, Deel III.).

| | | |
|---|---|---|
| C | 50,28 | 49,84 |
| H | 6,76 | 6,75 |
| N | 17,21 | |
| O | 25,01 | |
| S | 0,74. | |

Diese Zahlen bestätigen also den von Scherer gefundenen Wasserstoff- und Stickstoffgehalt; der Kohlenstoffgehalt ist aber in seinen Analysen zu groß ausgefallen.

**) $= 5(C_{40}H_{62}N_{10}O_{16} + N_2H_4) + S$. Siehe Horn.

vernachlässigenden Zelleninhalt besitzen, und welche beinahe ganz aus Zellenwand bestehen.

Es ist demnach erwiesen, daß die Oberhaut mit keinem anderen bis jetzt bekannten Horngewebe in ihrer Zusammensetzung übereinkommt und sich namentlich durch einen viel geringeren Schwefelgehalt unterscheidet.

Wenn man eine Auflösung jener Körper in verdünnter Kalilauge tropfenweise mit Essigsäure versetzt, so entsteht in der Auflösung der Haare, noch ehe sie sauer ist, ein geringer Niederschlag von Protein, in der Auflösung von Fischbein, Horn und der Oberhaut eine noch unbedeutendere Fällung; aber in den drei letzten Flüssigkeiten erhält man eine reichliche Fällung, sobald man sie mit einem großen Ueberschusse von Säure versetzt; dieser Niederschlag ist Proteinbioxyd.

Die Oberhaut zeigt noch eine andere Uebereinstimmuug mit dem Horn und dem Fischbein, in einer Eigenschaft, wodurch sich alle drei von den Haaren unterscheiden, nämlich in ihrem Verhalten gegen concentrirte heiße Essigsäure, in welcher jene erst gallertartig werden und sich dann auflösen, während die Haare darin ganz unlöslich sind. Aus den essigsauren Auflösungen schlägt Ammoniak Proteinbioxyd nieder, ein Beweis, daß diese Verbindung in jenen drei Körpern als solche enthalten ist.

Eine der Schwierigkeiten, welche die Untersuchung der elementaren Zusammensetzung der Oberhaut darbietet, besteht darin, daß sie von vielen fremdartigen Beimengungen durchdrungen ist und nach John nur 93—95 Procent eigentlicher Hornsubstanz enthält. Man kann einige derselben mit Aether und Alkohol ausziehen; aber Wasser veranlaßt die Entwickelung von Schwefelwasserstoff und hindert also die genaue Bestimmung des Schwefelgehaltes. Bei der mitgetheilten Analyse ist deshalb die Behandlung der Substanz mit Wasser unterlassen.

Daß übrigens die Oberhaut nicht ganz mit dem Horn und Fischbein übereinstimmt, werden wir später sehen.

Es ist hinlänglich bekannt, daß sich die Oberhaut abnutzt

und von unten her sich stets erneuert. Diese Reproduction geschieht auf die nämliche Weise, wie sich die Zellen im Allgemeinen vermehren (S. 370), nämlich von unten her, da wo die zellenbildende zähe Flüssigkeit (Fig. 86 d) von der Haut abgesondert wird; die unteren Zellen sind darum weicher und deshalb von Malpighi für eine besondere Hülle gehalten (Fig. 86 b c). Bei der ununterbrochenen Abnutzung der oberen Zellen und der in demselben Maaße stattfindenden Reproduction derselben von unten her werden die untersten Zellen endlich die oberen, und dieser Wechsel schreitet bei der Oberhaut gerade so fort, wie wir es bei dem schichtenförmigen Epithelium der Schleimhäute beobachtet haben. Es findet also eine beständige Ausscheidung der Substanz, welche das Epithelium bildet, aus dem Körper Statt, einer Substanz, welche, anfangs als Flüssigkeit abgesondert, sich zu Zellen organisirt, später sich abnutzt und durch neue Substanz ersetzt wird u. s. f. Um einen scheinbar geringen Zweck zu erreichen, verwendet der Organismus eine bedeutende Menge von Protein, welche für jede fernere Benutzung desselben verloren geht.

In manchen Fällen wird eine große Menge jener Zellen auf ein Mal von der übrigen Masse abgestoßen und durch neue wieder ersetzt; so sieht man nach den Masern und dem Scharlachfieber ganze Lagen derselben sich ablösen. Auch auf heilenden Wunden bedeckt sich das neu gebildete Gewebe mit Oberhaut.

Wir beobachten bei den sogenannten Horngeweben im Zustande vollkommener Entwickelung stets eine zusammengedrückte zellige Form und können sie daher histologisch in eine Klasse zusammenfassen. Von jenen Geweben unterscheiden sich die nachfolgenden, deren wir wegen unserer unvollkommenen chemischen Kenntniß nur mit einigen Worten hier kurz Erwähnung thun wollen.

Zuerst gehört dahin das Cylinderepithelium (Fig.

93), aus ursprünglich runden Zellen entstanden, welche sich nur in einer Richtung ausdehnen und so Cylinder bilden. Oftmals findet man sie im menschlichen Körper kegelförmig (a). Sie liegen entweder dicht zusammengepreßt neben einander und geben dann polygonale Durchschnitte, oder sie lassen Räume zwischen sich, welche mit einer durchsichtigen Intercellularsubstanz (b) angefüllt sind.

Das chemische Verhalten der Substanz, woraus diese Zellen bestehen, ist dem der vorigen gleich. In großer Ausdehnung finden sie sich in dem Darmkanale von der cardia bis dicht an den After, in den Gallenwegen und als Bedeckung vieler anderer Organe.

Man weiß über Entstehung des Cylinderepitheliums in chemischer Beziehung Nichts; da es indessen in seinem Verhalten gegen Reagentien mit dem plattenförmigen Epithelium übereinstimmt, so ist es wahrscheinlich, daß es sich in seiner Zusammensetzung von demselben wenig unterscheidet.

Eine zweite Art ist das Flimmerepithelium (Fig. 94), dessen Structur nicht wesentlich von dem Cylinderepithelium abweicht, die freie Oberfläche ausgenommen, welche federförmig mit einer Menge Cilien (a) bedeckt ist, die sich während des Lebens in fortdauernder Bewegung befinden. Man findet diese Bedeckung in den Respirationswerkzeugen, in der obern Hälfte des Muttermundes und von da an aufwärts in den weiblichen Geschlechtstheilen und beim Menschen noch in den ventriculi cerebri. In chemischer Hinsicht ist noch nichts darüber bekannt.

Eine Menge kleinerer Thiere, namentlich die Infusorien, zeigen diese Flimmerbewegungen auf der Oberfläche ihres Körpers in vielerlei Weise. Die Ursache derselben ist noch nicht erforscht. Selbst nach dem Tode des Individuums sieht man die Bewegung zuweilen noch fortdauern; bewundernswürdig ist auch die Geschwindigkeit, mit der sie ausgeführt

wird. Ueber die chemische Natur des Flimmerepitheliums ist ebenfalls so gut wie gar nichts bekannt.

Die Nägel sind von der Epidermis nicht wesentlich verschieden, weder in Betreff ihres Ursprungs, noch in ihrem Bau, noch ihrer Natur und Zusammensetzung nach. Nur sind sie härter und weniger elastisch. Sie werden wie die Oberhaut durch Gruppen von Zellenreihen gebildet, enthalten deren aber eine größere Zahl. Ihre beständige Erneuerung ist allbekannt. So wie bei der Oberhaut neues Cytoblastema von unten herauf die Entstehung neuer Zellenreihen veranlaßt, auf dieselbe Weise reproduciren sich die Nägel an allen den Stellen, wo sie mit der untern Haut verwachsen sind, nämlich von der untern Seite her, an den hinteren und seitlichen Rändern, die in einer Hautfalte liegen, und besonders an dem hintern Rande, wo die eigentliche Matrix liegt.

Hier sondert sich die zellenbildende Substanz ab, woraus gleich der Oberhaut die Nagelplatte entsteht, welche als ein Agglomerat fest auf einander gepackter Zellen aus der Haut tritt. Auch sie muß man daher als organisirte Sekrete betrachten, wodurch der Körper sich eines seiner unentbehrlichsten Bestandtheile, des Proteins, entledigt, und wodurch dessen Menge im Körper vermindert wird *).

---

*) Ausgewachsener Nagel vom Finger zeigt, der Oberfläche parallel, unregelmäßig laufende Streifen, auf dem Querdurchschnitte des härtesten vorderen Theils gradlinige Streifen mit kleinen dunkeln Körperchen (Höhlungen?) untermischt.

Ein von der Oberfläche abgeschabtes Stückchen, welches drei Stunden in concentrirter Essigsäure gelegen hat, zeigt durchsichtiger gewordene Hornplättchen, deren einige mit einem Kerne versehen sind (Fig. 95 a).

Ein Nagel hat nach sechsstündiger Einwirkung von concentrirter Kalilauge auf dem Querdurchschnitte ein körniges Ansehen und läßt nichts weiter erkennen. Nach Zusatz von Wasser sieht man ein Netz von Maschen und in jeder derselben einen deutlichen Kern. Die durch die Umrisse der plattgedrückten Zellen gebildeten Maschen werden nach längerer Einwirkung des Wassers rundlich und einige ganz rund (Fig. 95 b); jede derselben besitzt einen deutlichen Kern (b 1). Mit dem Wasser fließt eine körnige Substanz ab, während die Zellen deutlicher werden und sich mehr ausdehnen. Sie sitzen auch hier fest an einander. Nach Zusatz von Essigsäure

Die Nägel haben nicht dieselbe Zusammensetzung wie die Oberhaut. Scherer hat die Menschennägel analysirt; sie unterscheiden sich nicht wesentlich von den Hufen der Pferde und Kühe; doch besitzen sie nicht völlig gleiche Zusammensetzung, weil der trockne Zelleninhalt ein anderer ist; die Zellenwand scheint in allen dieselbe Substanz zu sein *).

---

zieht sich Alles zusammen und wird undeutlicher, die Zellen bekommen einen körnigen Inhalt.

Wenn der Nagel sechs Stunden lang in Kali (mit $\frac{1}{4}$ Wasser) gelegen hat, so sind die Zellen nach Zusatz von Wasser geschwollen und deutlich sichtbar.

Auf einem parallel der Oberfläche abgelösten Stückchen zeigen sich nach sechsstündiger Einwirkung von concentrirter Kalilauge gebogene Linien, durch Wasser schwillt Alles stark an, und die Zellen kommen an der Oberfläche deutlich zum Vorschein.

Nägel eines fast ausgetragenen Fötus sind parallel der Oberfläche nach sechsstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge ohne Zusatz von Wasser in lose frei in der Flüssigkeit sich bewegende Zellen umgewandelt, deren jede einen Kern enthält. Die Zellen sind eiförmig und werden durch Hinzufügung von Wasser blaß.

Das ganze Gewebe besteht demnach aus bloßen Zellen. In diesen Zellen finden sich Kerne und wahrscheinlich auch im Inhalte. Die Zellen sind im natürlichen Zustande platt gedrückt und bilden der Nagelfläche parallel laufende Plättchen. (Donders und M.)

*) Scherer hat für Menschennägel nachstehende procentische Zusammensetzung gefunden (Annalen der Pharmacie):

| | |
|---|---|
| C | 51,089 |
| H | 6,824 |
| N | 16,901 |
| OS | 25,186 |

Damit stimmt folgende Analyse derselben nahe überein (Scheik. Onderz. Deel III.):

| | |
|---|---|
| C | 51,00 |
| H | 6,94 |
| N | 17,51 |
| O | 21,75 |
| S | 2,80 |

Pferdehufe, mit Alkohol und Aether ausgezogen, gaben (ibid.):

| | |
|---|---|
| C | 51,41 |
| H | 6,96 |
| N | 17,46 |
| O | 19,94 |
| S | 4,23 |

Auch Klauen, ebenfalls mit Alkohol und Aether extrahirt, gaben (Scheik. Onderz. Deel III.):

| | |
|---|---|
| C | 51,10 |
| H | 6,77 |
| N | 17,28 |
| O | 20,25 |
| S | 4,60 |

Lauth meint, daß sie mehr phosphorsauren Kalk als die Oberhaut enthalten. Indessen geben Menschennägel, welche an unorganischen Bestandtheilen die reichsten sind, ohngefähr 1 pCt. unverbrennlichen Rückstand; die nämliche Menge liefert die Epidermis. Jener Unterschied findet daher nicht Statt. Was endlich die Abweichung im Kohlenstoffgehalte betrifft, welche sich bei den Analysen der verschiedenen Arten von Nägeln gezeigt hat, so muß sie wiederum dem verschiedenen Zelleninhalte, oder einer größeren oder geringeren Menge der die Zellen vereinigenden Intercellularsubstanz zugeschrieben werden.

Wenn wir von der Analyse der Kuh- und Pferdehufe ausgehen, — der Schwefelgehalt der Menschennägel ist noch nicht genug festgestellt — so finden wir dafür einen Ausdruck in der Formel:

$$C_{120}\ H_{186}\ N_{34}\ O_{36}\ S_4$$ *).

Diese Formel, worauf wir nachher bei dem Horn und den Haaren zurückkommen werden, läßt sich auch auf folgende Weise schreiben:

$$(C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ [O_{12}\ N_4]) + 2\,(C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ [O_{12}\ S_2]).$$

Sie drückt dann die Verbindung zweier Stoffe aus, welche man als Proteinoxyde betrachten kann, worin der Sauerstoff, den das Bioxyd mehr enthält, als Protein, durch $N_4$ und $S_2$ vertreten ist. — Kuh- und Pferdehufe in Kali aufgelöst, geben, mit Essigsäure niedergeschlagen, Proteinoxyd und kein Protein (siehe Horn, Haare und Fischbein).

---

*)

| | At. | ber. |
|---|---|---|
| C | 120 | 51,64 |
| H | 186 | 6,54 |
| N | 34 | 16,95 |
| O | 36 | 20,34 |
| S | 4 | 4.53 |

# H o r n.

Die Hörner, welche nicht abfallen, wie die der Kühe u. s. w., stimmen in vieler Hinsicht mit der Oberhaut und den Nägeln überein, sie unterscheiden sich aber von den Haaren sowohl in ihrem Bau wie auch in ihrer chemischen Zusammensetzung. Sie bestehen aus einer unzähligen Menge Bündel feiner Fäden, die gleich wie in der Hauptmasse des Haares dicht neben einander liegen. Bei Einwirkung von Kali und Wasser entwickeln sich aus diesen Bündeln Plättchen, die sich allmälig zu regelmäßigen Zellen ausdehnen, deren jede mit einem deutlichen Kern versehen ist (Fig. 97 b); nach Zusatz von Schwefelsäure werden die Zellen noch sichtbarer, ei- oder kugelrund. Das Horngewebe ist also von dem der Haare dadurch verschieden, daß letzteres, außer in der medulla, keine Zellen mehr erkennen läßt *). Das Horn

*) Weißes Kuhhorn, durch einen in senkrechter Richtung auf die Oberfläche geführten Längenschnitt abgelöst, zeigt unregelmäßig laufende dicht in einander verwebte Fasern. Auf Zusatz von Wasser werden die Fasern größer, mehr gestreckt und deutlicher, und die ganze Masse viel durchsichtiger. In einer größern Menge Wasser weichen die Fasern noch weiter auseinander und erscheinen mehr als Umrisse von Zellen, in deren jeder ein kleiner Kern deutlich zu unterscheiden ist (Fig. 96).

Auf dem Querdurchschnitte erscheint das Horn nach fünfstündiger Einwirkung von Aetzkali formlos mit den so eben erwähnten dicht neben einander liegenden, gebogenen, scheinbaren Fasern; nur hie und da haben sie das Ansehen, als bildeten sie die Umrisse von Zellen. Durch Zusatz von Wasser entwickelt sich die celluläre Structur mehr und mehr, jene Umrisse entfernen sich von einander, und es zeigt sich in jeder Zelle sehr deutlich ein Kern: die Zellen sind sehr durchsichtig. Durch Neutralisation des Kalis mit verdünnter Schwefelsäure kommen die Zellen deutlicher zum Vorschein und werden beinahe kugelrund oder eiförmig, ohne Inhalt. Die Kerne sind unsichtbar geworden.

Das Gewebe von Kuhhorn erscheint demnach als ein durchaus homogenes aus einzelnen Zellen bestehendes Gewebe und zwar aus Zellen ohne sichtbaren Inhalt, Zellen, die im Gewebe platt gedrückt sind und in Kali aufschwellen. Auf der Oberfläche der Flüssigkeit sieht man eine körnige Substanz.

An einem parallel der Oberfläche abgeschnittenen Stücke, welches fünf Stunden in Kalilauge gelegen hat, ist nichts deutlich zu unterscheiden. Zusatz von Wasser bringt dieselben Erscheinungen hervor, wie an dem längs

entsteht übrigens, wie die Haare, aus einer durch eine Hautvertiefung abgesonderten zellenbildenden Substanz, welche chemisch mit derjenigen nahe übereinstimmen muß, woraus die Oberhaut und die Nägel entstehen.

Die Farbe der Hörner ist, wie die der Haare, wahrscheinlich auch nicht durch materielle Unterschiede bedingt.

Das Horn verbreitet beim Raspeln einen eigenthümlichen allgemein bekannten Geruch. Fein zertheilt und über 100° hinaus erwärmt, wird es weich; die einzelnen Stücke haften an einander und lassen sich wieder zu einem Ganzen vereinigen. Durch jene Eigenschaft unterscheidet es sich von den Haaren.

Mit Wasser gekocht wird das Horn zwar weich, aber es giebt keinen Leim. Alkohol und Aether extrahiren daraus ohngefähr die nämlichen Bestandtheile wie aus den Haaren. Wasser entwickelt beim Erwärmen, oder mit fein geraspeltem Horn in Berührung, schon bei gewöhnlicher Temperatur Schwefelwasserstoff. Die Erzeugung dieses Gases wird einen ähnlichen Grund haben wie die Schwefelwasserstoffentwickelung der hart gekochten Eier. Es entsteht nämlich aus dem

---

der Oberfläche abgeschnittenen Theile. Durch verdünnte Schwefelsäure tritt die cellulose Structur weniger deutlich hervor. Nach längerer Einwirkung der Schwefelsäure contrahirt sich die Masse zu sehr, um die Theile noch gut unterscheiden zu lassen.

Nach zweiundzwanzigstündiger Einwirkung von Kali erscheinen die Zellen auf dem Querdurchschnitte ohne Zusatz von Wasser ausnehmend schön, und die meisten sind mit einem deutlichen Kerne versehen (Fig. 97). Durch Wasser werden sie viel durchsichtiger, aber durch Schwefelsäure wiederum sehr sichtbar.

Nachdem parallel der Oberfläche abgeschnittene Hornsubstanz sechs Stunden in concentrirter Schwefelsäure gelegen hat, sieht man gleichsam aus gebogenen Fäden bestehende Stückchen, welche sich von der Oberfläche abgelöst haben und als unregelmäßige Plättchen frei in der Flüssigkeit schwimmen. Ein durch senkrecht auf die Oberfläche geführten Schnitt abgelöstes Stückchen bildet größere Lamellen, weil hier die ganze Masse fester zusammenhängt.

Nach vierundzwanzigstündiger Einwirkung von Schwefelsäure verlieren die Plättchen parallel der Oberfläche ihren Zusammenhang und schwimmen als kleine gebogene Lamellen frei in der Flüssigkeit (Fig. 98). (Donders und M.)

Schwefelphosphor-Protein und dem kohlensauren Natron des Eiweißes Schwefelnatrium, welches, durch die Kohlensäure der Luft zersetzt, Schwefelwasserstoff ausgiebt. Die alkalische Flüssigkeit, wovon das Horn durchdrungen ist, entwickelt stets eine kleine Menge desselben Gases, wenn geraspeltes Horn der Luft ausgesetzt wird.

Horn wird von concentrirter Schwefelsäure nach einiger Zeit vollständig aufgelöst. Salpetersäure bildet damit Xanthoproteinsäure. Concentrirte Essigsäure verändert es bei gewöhnlicher Temperatur nicht. Salzsäure verwandelt es nach einiger Zeit in harnsaures Ammoniak.

Horn wird von verdünntem Kali nach einiger Zeit fast ganz und nur mit Hinterlassung einer kleinen Menge formloser Theile gelöst. Die Auflösung ist schwach gelblich gefärbt. Durch Zusatz von wenig Essigsäure entsteht ein geringer Niederschlag, welcher abfiltrirt eine Auflösung übrig läßt, woraus durch einen Ueberschuß von Essigsäure eine neue Menge einer andern unlöslichen Verbindung ausgefällt wird. Der erste Niederschlag ist Protein, aber die Quantität desselben ist so unbedeutend, daß man es nur als einen unwesentlichen Bestandtheil des Horns ansehen kann. Der zweite Niederschlag hat die Zusammensetzung von Proteinbioxyd, nach den Analysen von J. L. Tilanus *).

Mit concentrirter Essigsäure gekocht wird das Horn gallertartig und löst sich endlich auf. Ammoniak bringt in dieser Lösung einen Niederschlag hervor, welcher den Analysen von J. L. Tilanus zu Folge ohngefähr die Zusammensetzung von Proteintritoxyd hat **).

---

*) Scheik. Onderz. Deel III.

| | | |
|---|---|---|
| C | 52,90 | 53,15 |
| H | 6,72 | 6,67 |
| N | 15,97 | 15,97 |
| O | 24,41 | 24,21 |

**) Aus der essigsauren Lösung erhaltener Niederschlag:

Leitet man Chlor durch Wasser, worin Horn vertheilt ist, so erhält man eine Chlorverbindung, welche nach der Formel:

$$C_{40}\ H_{62}\ N_8\ O_{17} + Cl_2\ O_3$$

zusammengesetzt betrachtet werden kann, nach der Analyse von J. L. Tilanus *).

---

| | | | | Von einer andern Darstellung | At. | ber. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C | 50,90 | 51,36 | 51,25 | 51,01 | 40 | 51,45 |
| H | 6,49 | 6,59 | 6,46 | 6,59 | 64 | 6,72 |
| N | 15,66 | 15,66 | 15,53 | | 10 | 14,90 |
| O | 26,32 | | | | 16 | 26,93 |
| S | 0,63 | | | | | |

Siehe wasserfreies Proteintritoxyd bei den Haaren. Dieses Proteintritoxyd aus dem Horn ist nicht im Wasser unauflöslich.

Für Kuhhorn, direkt der Analyse unterworfen, fand J. L. Tilanus:

| | | | |
|---|---|---|---|
| C | 50,94 | 50,86 | 50,80 |
| H | 6,45 | 6,83 | 6,77 |
| N | 16,30 | 16,30 | 16,30 |

Scherer fand für Büffelhorn (Ann. der Pharmacie, Bd. 40, S. 56) die Zusammensetzung:

| | | |
|---|---|---|
| C | 51,99 | 51,16 |
| H | 6,72 | 6,60 |
| N | 17,28 | 17,28 |
| OS | 24,01 | 24,96 |

Die Abweichung der von Scherer und Tilanus erhaltenen Resultate erforderte eine Wiederholung der Analyse. Sie gab mit ersteren übereinstimmende Zahlen:

| | | | At. | ber. |
|---|---|---|---|---|
| C | 51,03 | | 80 | 51,2 |
| H | 6,80 | 6,84 | 128 | 6,5 |
| N | 16,24 | 16,00 | 22 | 16,0 |
| O | 22,51 | | 28 | 22,1 |
| S | 3,42 | 3,33 | 2 | 3,2 |

*) Chlorhorn.

| | | | |
|---|---|---|---|
| C | 46,70 | 47,06 | 47,18 |
| H | 5,86 | 5,77 | 6,04 |

Bei der Wiederholung dieser Analysen mit anderem Kuhhorn und von einer andern Darstellung gab die bei 105° getrocknete Substanz:

| | gef. | | At. | ber. |
|---|---|---|---|---|
| C | 46,97 | | 40 | 46,34 |
| H | 5,99 | | 62 | 5,87 |
| N | | | 8 | 10,75 |
| O | | | 20 | 30,33 |
| Cl | 5,50 | 5,81 | 2 | 6,71 |

Eine ähnliche Verbindung liefert das Fischbein, und da letzteres sich in seiner Zusammensetzung dem Horn ziemlich nähert, so sollte man geneigt sein, Fischbein und Horn für gleichartige Gewebe zu halten.

Diese Folgerung ist indessen weit entfernt, der Wahrheit zu entsprechen; denn erstens wird Fischbein nicht wie Horn durch Essigsäure gefällt; ferner giebt Fischbein, in concentrirter Essigsäure gelöst, mit Ammoniak einen Niederschlag von Proteinbioxyd, während die aus Horn auf dieselbe Weise erhaltene Fällung fast genau die Zusammensetzung von unverändertem Horne besitzt; und endlich ist die sogenannte Horn-Chlorverbindung nicht durch bloße Einwirkung von Chlor aus dem Fischbein zu erhalten, sondern erst nachdem es zuvor in Aetzkali aufgelöst war.

Nicht weniger weicht die Zusammensetzung des Horns von der des Fischbeins ab, und sie ist ebenfalls eine andere, als die der Oberhaut und der Nägel. Denn die Bestimmung des Stickstoffgehaltes von Scherer scheint nicht ganz richtig zu sein.

Wenn wir erwägen, daß Aetzkali aus Horn eine bedeutende Menge Proteintritoxyd erzeugt, so wird es nicht unwahrscheinlich, daß das Horn nach folgender Formel zusammengesetzt ist:

$$C_{80}\ H_{128}\ N_{22}\ O_{28}\ S_2 = 2\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{14}\ S) + N_2\ H_4;$$

oder daß es aus Proteinbioxyd, mit Schwefel und Amid vereinigt, besteht. Wenn sich dies so verhält, so wird der aus der essigsauren Lösung erhaltene Niederschlag $N_2\ H_4$ weniger enthalten, und für $S_2$ können $O_2$ eintreten:

$$C_{80}\ H_{124}\ N_{20}\ O_{28}\ S_2 = 2\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{15})$$

Die Zusammensetzung jenes Niederschlags war folgende:

| | gef. | | Proteinoxyd At. | Proteinoxyd ber. |
|---|---|---|---|---|
| C | 50,90 | 51,25 | 40 | 51,45 |
| H | 6,49 | 6,46 | 64 | 6,72 |
| N | 15,66 | 15,53 | 10 | 14,90 |
| O | 26,32 | | 16 | 26,93 |
| S | 0,63 | | | |

Wenn wir die Schwefelmenge in Rechnung bringen, welche in dem von Horn erhaltenen Niederschlage enthalten ist — und die von einer unvollständigen Zersetzung herrührt — so stimmt obige Berechnung mit dem Resultate der Analyse wohl überein.

Um jene Zusammensetzung zu verstehen, müssen wir folgende Umstände in Betracht ziehen.

Wir wissen, daß das Proteinbioxyd die Fähigkeit besitzt, sich in Proteintritoxyd umzuwandeln. Durch Kochen des Fibrins mit Wasser wird zuerst Proteinbioxyd gebildet, welches sich durch länger fortgesetztes Kochen zuletzt in Proteintritoxyd verwandelt, eine Substanz, die wir bereits unter zweierlei Gestalten, nämlich als in Wasser lösliches Hydrat, und als in Wasser unlösliche wasserfreie Verbindung kennen gelernt haben (s. Haare). Wenn also Amid in Ammoniak übergeht, und der Sauerstoff des hierbei zerlegten Wasseratoms sich mit der organischen Substanz verbindet, wenn ferner ein anderes Atom Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft aufgenommen und dabei der Schwefel ausgeschieden wird, so muß der Niederschlag, welchen Ammoniak in der essigsauren Auflösung hervorbringt, jedenfalls eine Zusammensetzung haben, welche sich der des Proteinbioxyds oder -tritoxyds nähert. Letzteres scheint wirklich der Fall zu sein, denn es entsteht auf jene Weise aus Horn eine Substanz, deren Zusammensetzung wir durch die Formel: $C_{40}\ H_{64}\ N_{10}\ O_{16}$ ausdrücken können.

Obige Gründe geben, wie ich glaube, der Formel:

$$2\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{14}\ S) + N_2\ H_4,$$

als dem Ausdrucke der chemischen Constitution des Horns, oder der Zellenwand, einige Wahrscheinlichkeit. Diese kleinen Abweichungen der berechneten Zahlen von den gefundenen rühren von dem Zelleninhalte und der zwischen den Zellen befindlichen Substanz her, welche aber hier den mikroskopischen Beobachtungen zu Folge nur einen sehr geringen Einfluß ausüben kann.

## Fischbein.

Wenn schon die Art der Bildung dieses kolossalen Products der Wallfische unbekannt ist, so haben wir doch allen Grund zu vermuthen, daß es ein ähnliches Sekret ist wie die Nägel, Haare und Hörner. Auf dem Oberkiefer des Balaena mysticetus und anderer verwandter Thiere bildet sich eine Reihe von auf einander liegenden Schichten, welche rechtwinklig auf der Peripherie des Oberkiefers stehen und eine ansehnliche Ausdehnung erlangen. Diese Substanz, das Fischbein, schließt die Mundöffnung des Wallfisches so, daß sie das Wasser zwar hindurchläßt, aber die mit dem Wasser aufgenommenen kleineren Fische darin zurückhält.

Das Fischbein ist von van Kerckhoff untersucht *).

Seine Zusammensetzung ist in der That sehr einfach. Das ganze Gewebe besteht nämlich aus plattgedrückten Zellen, welche in zwei verschiedenen Richtungen unter einander verbunden sind. In der Längsrichtung der großen Fischbeinlagen laufen Markkanäle, welche gruppenweise zusammenliegen, und deren jeder für sich von einem Systeme concentrischer Hülsen umgeben ist (Fig. 102, 193, 104, 105); diese bilden die schwarze Fischbeinmasse. Eine solche Gruppe (Fig. 996) liegt in der eigentlichen Hauptmasse des Fischbeins, welche eine graue Farbe hat (a), eingeschlossen. Letztere besteht, gleichwie die schwarze Substanz, aus auf einander geschichteten Platten (Fig. 100 und 101), die aber der Oberfläche parallel laufen. — Nach längerem Liegen in Kalilauge löst sich das ganze Gewebe in wohlgebildete Zellen auf (Fig. 106). Diese Zellen sind im Fischbein plattgedrückt, zu Plättchen verbunden, welche in der schwarzen Substanz die Scheiden der Markkanäle bilden. Außer Zellen, dem eingetrockneten Inhalte derselben, dem Bindemittel, ein wenig Fett

---

*) Scheikundige Onderzoekingen, Deel II, p. 347.

und iner schwarzen körnigen Substanz in den Markkanälen ist nichts im Fischbein enthalten *).

*) Im Fischbein kommen zwei verschiedene Körper vor; der eine hat ein gleichförmig grauliches Ansehen und mag die graue Substanz heißen (Fig. 99 a); der andere hat eine dunklere Farbe und heißt die schwarze Substanz (Fig. 99 b). Letztere zeigt auf einem ihrer Längsdurchschnitte, mit der Lupe betrachtet, deutlich wahrnehmbare dunkle parallele Streifen, zwischen denen das Gewebe mehr eine graue Farbe besitzt; man kann sie deshalb auch gestreifte Substanz nennen.

Das zur Untersuchung dienende Stück hat eine Dicke von ohngefähr zwei Millimetern und besteht aus einer mittleren Schicht der schwarzen Substanz von $1/2$ Mm. Dicke, welche zwischen zwei anderen Schichten von der grauen Substanz eingeschlossen liegt, deren jede ohngefähr $3/4$ Mm. im Durchmesser enthält. Diese drei Scheiben kann man daher sowohl auf dem Längs- wie auf dem Querdurchschnitte deutlich unterscheiden (Fig. 99).

Auf dem Querdurchschnitte zeigt eine dünne Scheibe der grauen Substanz unter dem Mikroskope eine Menge paralleler, mehr oder weniger gebrochener Streifen, welche eine geschichtete Struktur andeuten (Fig. 100). Daraus scheint hervorzugehen, daß jene Substanz aus sehr dünnen Plättchen gebildet ist, welche der Oberfläche parallel einander bedecken. Zwischen diesen Plättchen sieht man sehr kleine ovale dunkle Flecken unregelmäßig in größeren oder kleineren Entfernungen von einander liegend, welche bei Erweiterung des Focus alsbald ihr dunkles Aussehen verlieren und demnach kleine Höhlungen zu sein scheinen (a).

Durch Zusatz von dickem venetianischen Terpentin werden obige Flecken anfangs noch dunkler; flüssiger Terpentin macht sie augenblicklich sehr durchsichtig (b), wodurch es wahrscheinlicher wird, daß sie in der That nichts anderes als kleine Höhlungen sind.

Auf dem längs dem zwei Millimeter dicken Rande geführten Längsschnitte nimmt man dasselbe wahr; die Höhlungen erscheinen hier schmaler und mehr verlängt (Fig. 101).

Auf dem Längsdurchschnitte, parallel der Oberfläche, erkennt man die geschichtete Struktur nur aus den hier und da durchschnittenen Platten. Wo dieser Schnitt vollkommen parallel der Oberfläche geführt ist, läßt sich dieselbe nicht wahrnehmen. Die Schichten laufen also der Oberfläche parallel.

Die schwarze Substanz zeigt auf dem Querdurchschnitte sehr kleine, meist runde Oeffnungen (Fig. 102, [1]) (Fischbeinkanäle) in regelmäßigen Entfernungen von einander liegend, die man oft mit einem dunklen Stoffe gefüllt sieht. Um eine jede dieser Oeffnungen liegt eine große Anzahl concentrischer Schichten, deren äußerste übrigens nicht rund bleiben, sondern sich an denen der angränzenden Kanäle so abplatten, daß sie den Raum zwischen je zwei Kanälen (die besprochenen runden Oeffnungen) fast ganz einnehmen (Fig. 102, [2]). Jene concentrischen Lagen haben ohngefähr gleiche Dicke, wie die Scheiben der grauen Substanz, und man nimmt zwischen ihnen ebenfalls kleine dunkle Flecken wahr (Fig. 103), die übrigens noch viel kleiner sind als bei der grauen Substanz, und mehr runden Punkten oder kleinen Streifen gleichen, deren man in der Nähe der von concentrischen Schichten umgebenen Kanäle eine große Menge findet. Terpentin macht sie ebenfalls durchsichtig. Darüber sieht man eine große Anzahl sehr feiner Streifen, welche strahlenförmig von jedem Fischbeinkanälchen ausgehen und sich durch alle die umgebenden Schichten zu verbreiten scheinen.

Auf dem Längsdurchschnitte zeigt die schwarze Substanz dunkle, in re-

Alkohol und Aether ziehen aus Fischbein folgende Substanzen aus: Stearin, Elain, Phocenin, zwei extractartige Stoffe in

---

gelmäßigen Abständen liegende, sehr breite, parallele Vertiefungen, welche über die ganze Länge des Stückchens hin sichtbar sind, und die nirgends durch seitwärts gehende Zweige unter einander in Verbindung stehen (Fig. 104 [1]). Diese Kanäle, welche das Fischbein in der Längsrichtung und der ganzen Länge nach ununterbrochen durchlaufen, scheinen fast ausschließlich die schwarze Farbe der gestreiften Substanz hervorzubringen. Wir nennen sie Fischbeinkanäle. Ein jedes Kanälchen ist mit einer Reihe länglicher Fettzellen gefüllt (Fig. 104, [2] und 105, [4]); und zwischen der Wand dieser Zellen und den Kanälen befindet sich eine schwarze feinkörnige Substanz (Fig. 105, [5]). Wenn der Schnitt der Richtung der Fischbeinkanäle nicht vollkommen parallel geführt ist, so sieht man einige derselben durchschnitten ([3]).

Bei einem Längsschnitte durch die concentrischen Schichten eines Fischbeinkanals sieht man bei starker Vergrößerung (Fig. 105), daß diese Plättchen denen der grauen Substanz gleichkommen. Zwischen den Plättchen findet man dann auch unregelmäßige, längliche, dunkle Flecke ([2]), welche auch wohl als kleine Zwischenräume betrachtet werden können. Da der Schnitt nur sehr schwierig so zu bewerkstelligen ist, daß er der Richtung der concentrischen Lagen parallel läuft, so sieht man Querstreifen auf der Schnittfläche, welche die Aufeinanderfolge der verschiedenen concentrischen Schichten andeuten ([3]).

Bei der Ablösung eines Theiles aus der Längsrichtung der schwarzen Substanz gelingt es nicht selten, daß man einen einfachen Kanal, von seinen concentrischen Lagen umgeben, erhält.

Ein sehr dünnes Stück d e r g r a u e n S u b s t a n z, dem Querdurchschnitte entlang abgetrennt, ist nach fünfstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge ganz dunkel, und die geschichtete Struktur dadurch viel deutlicher geworden; nach Zusatz von Wasser wird es blasser, und die Plättchen weichen in der Art von einander, daß das Ganze das Ansehen eines schönen Netzes von Fasern mit länglichen Maschen erhält, welches durch einen ferneren Zusatz von Wasser sich noch weiter ausdehnt, ohne sich aufzulösen. Man findet in jenen Maschen in unregelmäßigen Abständen große ovale Zellen.

Ein sehr dünnes Stück der grauen Substanz, von der Fläche des Längsdurchschnittes längs dem Rande weggenommen, scheint nach fünfstündiger Einwirkung von Kali ebenfalls aus Fasern zu bestehen, die untereinander verbunden sind und verlängerte Maschen bilden; man sieht hier in jeder dieser Maschen eine längliche dunkle Stelle (hohler Raum).

Ein sehr dünnes Stück grauer Substanz, parallel der breiten Oberfläche abgenommen, zeigt nach fünfstündiger Behandlung mit concentrirter Kalilauge nur eine geringe Veränderung. Nach Zusatz von Wasser bleibt die Masse formlos; nur hie und da sieht man eine Reihe sehr großer, aneinander grenzender blasser Zellen mit Kernen. Auch nimmt man dunkle krumme Streifen wahr, welche netzförmig sich aneinander reihen.

Nach fünfstündigem, vierundzwanzigstündigem und auch nach zehntägigem Verweilen in concentrirter Kalilauge (im letzten Falle beim Zutritt der Luft) weichen die Maschen eines etwas dickeren Stückes der grauen Substanz, von der Fläche des Querdurchschnittes genommen, auf Zusatz von Wasser augenblicklich auseinander und bekommen ein zelliges Ansehen, ähnlich den Merenchymzellen der Pflanzen (Fig. 106 a). Durch gelinden Druck und Reiben trennen sich die Zellen sehr leicht und haben isolirt eine eiförmige Gestalt, welche sie beim Drehen um ihre größere Achse beibehalten.

sehr geringer Menge, Chlornatrium und schwefelsaures Kali. In 100 Theilen Fischbein sind von diesen in Aether und Al-

---

Im Inneren, besonders an einer Stelle ist Etwas von einer körnigen Substanz sichtbar, vielleicht Ueberreste von Kernen (Fig. 106 b).

Ein sehr dünnes Stück schwarzer Substanz von der Querschnittfläche genommen, erhält nach fünfstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge ein dunkleres Ansehen. Die Begränzung der concentrischen Plättchen ist sehr deutlich; nur hier und da scheinen sie in einander überzugehen. Zwischen den Schichten sieht man kleine dunkle Flecken. Durch Zusatz von Wasser trennen sich die Plättchen oftmals ein wenig und bilden dann ein Netz mit sehr langen, schmalen Maschen.

Ein sehr dünnes Stück schwarzer Substanz, längs der Oberfläche abgenommen, hat nach fünfstündiger Einwirkung von concentrirtem Kali kaum eine Veränderung erlitten. Durch Zusatz von Wasser weichen die concentrischen Lagen von einander und erhalten ein netzförmiges Ansehen, gleich wie bei der grauen Substanz. In dem Markkanälchen sieht man nichts als eine dunkle körnige Substanz.

Ein sehr dünnes Stück schwarzer Substanz, von der Fläche des Querdurchschnittes genommen, zeigt nach achtundvierzigstündiger Einwirkung von starker Kalilauge die concentrischen Hülsen um das Markkanälchen sehr deutlich. Durch Zusatz von Wasser weichen die Schichten einiger Kanäle auseinander und erlangen dadurch ein netzförmiges Ansehen. Andere Kanäle isoliren sich mit allen ihren concentrischen Schichten (Fig. 107). Durch Reibung lösen sich diese letzteren, eine oder mehrere zugleich auswendig ab (Fig. 108) und legen sich auf ihre breite Oberfläche, deren Breite die Dicke des Körpers angiebt (Fig. 109).

Diese Scheiben besitzen keine deutliche Struktur, sie sind sehr blaß und müssen so angesehen werden, als wären sie längs der Oberfläche abgesondert, da sie sich in dieser Richtung umgekehrt haben.

Ein dickeres Stück der schwarzen Substanz, der Fläche des Längs- oder des Querdurchschnittes entnommen, hat nach vierundzwanzigstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge ein dunkles Ansehen; seine Theile weichen auf Zusatz von Wasser auseinander und nehmen eine zellige Struktur an. Durch Reiben löst es sich ganz in Zellen auf, welche sich isoliren und sich in nichts von denen der grauen Substanz unterscheiden.

Aus jenen Beobachtungen folgt, daß Fischbein aus dünnen Lamellen besteht, welche eines Theils parallel der Oberfläche liegen, andern Theils parallel und ununterbrochen fortlaufende Kanäle concentrisch umgeben, welche letztere Fettzellen und eine körnige schwarze Substanz enthalten; — daß zwischen den Lamellen kleine Zwischenräume bleiben, welche, was wenigstens die concentrischen Schichten betrifft, wahrscheinlich durch die erwähnten strahlenförmigen Streifen mit den Fischbeinkanälen in Verbindung stehen; — daß eine jede Lage aus einer Menge plattgedrückter Zellen besteht, deren Inhalt von Kali aufgelöst wird; — daß jene Zellen später durch Zusatz von Wasser anschwellen und sich isoliren, wenn sie nicht durchschnitten sind; — daß sie hingegen verbunden bleiben und ein netzförmiges Ansehen erhalten, wenn sie durchschnitten sind, wie es bei sehr feinen Durchschnitten der Fall ist. Die Zellenwand widersteht also viel länger der Einwirkung von Kali als der Inhalt und die verbindende Substanz.

Man hat ferner in chemischer Beziehung im Fischbeine zu unterscheiden: 1) Zellenwände, 2) Zelleninhalt, 3) Intercellularsubstanz, wovon die

Alkohol und Aether ziehen aus Fi[...] durch vierund-
zen aus: Stearin, Elain, Phocenin, [...] 88 Procent
[...]en Sub-
[...]orga-
[...]m,

gelmäßigen Abständen liegende, sehr b[...]
über die ganze Länge des Stückchens[...]
durch seitwärts gehende Zweige unt[...]
104 [1]). Diese Kanäle, welche das F[...]
zen Länge nach ununterbrochen d[...]
schwarze Farbe der gestreiften S[...]
Fischbeinkanäle. Ein jedes Ka[...]
zellen gefüllt (Fig. 104, [2] und [...]
len und den Kanälen befinde[...]
105, [5]). Wenn der Schnit[...]
kommen parallel geführt is[...]
Bei einem Längsschn[...]
beinkanals sieht man bei[...]
chen denen der grauen[...]
findet man dann auch[...]
auch wohl als kleine[...]
nur sehr schwierig [...]
centrischen Lagen [...]
fläche, welche die[...]
ten andeuten ([3][...]
Bei der [...]
Substanz geli[...]
concentrische[...]
Ein se[...]
entlang ab[...]
lauge ga[...]
worden [...]
in der [...]
von F[...]
Zusa[...]
fin[...]

[...]ucht
[...] Lösung
[...]d:

[...] vorliegenden Umstän-
[...] vielmehr ein Bestandtheil
[...]auf sehr einfache Weise daraus

[...]wirkung von Kali und darauf von Chlor
[...]ng erhielt Van Kerckhoff dieselbe Chlorver-
[...]elche, wie wir S. 561 sahen, aus Horn dargestellt
[...]*): $C_{40}\ H_{62}\ N_8\ O_{17}\ Cl_2\ O_3$.

---

beiden letzten in sehr geringer Menge darin enthalten sind, 4) Fettzellen und 5) eine schwarze körnige Substanz (Donders und M.).

*)

| | gef. | At. | ber. |
|---|---|---|---|
| C | 53,68 | 40 | 53,36 |
| H | 7,21 | 62 | 6,75 |
| N | 14,39 | 10 | 15,45 |
| O | 24,72 | 14 | 24,44 |

Scheikundige Onderzoekingen, Deel II. p. 396.

**)

| | gef. | At. | ber. |
|---|---|---|---|
| C | 46,72 | 40 | 46,34 |
| H | 5,79 | 62 | 5,87 |
| N | 11,49 | 8 | 10,75 |
| O | 29,94 | 20 | 30,33 |
| Cl | 6,06 | 2 | 6,71 |

…ch längere Einwirkung von Chlor auf fein vertheiltes …rd eine Chlorverbindung von Proteinbioxyd gebildet, … Zusammensetzung hat: $C_{160} H_{248} N_{40} O_{65} Cl_6 =$ … $+ 3\ Cl_2 O_3$ *).

…t wiederum die Präexistenz oder wenig- … des Proteinbioxyds im Fischbein.

…ung des Fischbeins und zwar der … so fand Van Kerckhoff dafür

$$\ldots_{28} O_{34} S_3 \text{ **)}.$$

$$\ldots_{14}) + S_3 + 2\,(C_{13} H_{20} N_4 O_5).$$

… dem Bindemittel abstrahiren und die … berücksichtigen, was bei dem Fischbein eben …erscheint, als beim Horn oder den Haaren, und …wei die Eigenschaften des Fischbeins in Erwägung …scheint die folgende Formel der wahre Ausdruck seiner …mensetzung zu sein:

$$C_{80} H_{124} N_{20} (O_{26} S_2) \text{ ***)}$$

welche Formel einerseits der von Van Kerckhoff gefundenen

---

*) Scheik. Onderz. Deel II, p. 403.

| | gef. | At. | ber. |
|---|---|---|---|
| C | 48,11 | 160 | 48,63 |
| H | 6,03 | 248 | 6,15 |
| N | | 40 | 14,08 |
| O | | 65 | 25,85 |
| Cl | 5,32 | 6 | 5,29. |

Jene Chlorverbindung ist bei 115° getrocknet; sie hat bei 100° die Zusammensetzung: $2\,(C_{40} H_{62} N_{10} O_{14}) + 3\,Cl_2 O_3$.

**)

| | gef. | At. | ber. |
|---|---|---|---|
| C | 51,86 | 106 | 51,91 |
| H | 6,87 | 164 | 6,56 |
| N | 15,70 | 28 | 15,88 |
| O | 21,97 | 34 | 21,78 |
| S | 3,60 | 3 | 3,87. |

***)

| | At. | ber. |
|---|---|---|
| C | 80 | 52,43 |
| H | 124 | 6,64 |
| N | 20 | 15,19 |
| O | 26 | 22,29 |
| S | 2 | 3,45. |

kohol löslichen Stoffen 3,85 Theile enthalten. Durch vierundzwanzigstündiges Kochen mit Wasser werden nur 1,88 Procent einer dem Leim verwandten, aber doch davon verschiedenen Substanz ausgezogen. Es enthält außerdem 1,17 Procent unorganische Stoffe, welche aus Chlornatrium, Chlormagnesium, schwefelsaurem Kalk, phosphorsaurem Kalk, Eisenoxyd, Phosphoreisen, Schwefeleisen und Kieselsäure bestehen. Phosphor ist nicht darin gefunden, aber ein constanter Gehalt an Schwefel von 3,6 Procent.

Concentrirte Schwefelsäure verwandelt das Fischbein in eine schleimige Substanz, welche sich zum größten Theile in Wasser auflös't. Salpetersäure erzeugt daraus Xanthoproteinsäure, Salzsäure, humussaures Ammoniak. Concentrirte Essigsäure macht Fischbein gelatinös und lös't es endlich auf. Aus dieser Lösung fällte Van Kerckhoff mit Ammoniak Proteinbioxyd:

$$C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{14}\ ^{*}).$$

Dieses Proteinbioxyd kann unter den vorliegenden Umständen kein Zersetzungsproduct, es muß vielmehr ein Bestandtheil des Fischbeins oder wenigstens auf sehr einfache Weise daraus entstanden sein.

Durch die Einwirkung von Kali und darauf von Chlor auf jene Auflösung erhielt Van Kerckhoff dieselbe Chlorverbindung, welche, wie wir S. 561 sahen, aus Horn dargestellt wird **): $C_{40}\ H_{62}\ N_8\ O_{17}\ Cl_2\ O_3$.

---

beiden letzten in sehr geringer Menge darin enthalten sind, 4) Fettzellen und 5) eine schwarze körnige Substanz (Donders und M.).

*)

| | gef. | At. | ber. |
|---|---|---|---|
| C | 53,68 | 40 | 53,36 |
| H | 7,21 | 62 | 6,75 |
| N | 14,39 | 10 | 15,45 |
| O | 24,72 | 14 | 24,44 |

Scheikundige Onderzoekingen, Deel II. p. 396.

**)

| | gef. | At. | ber. |
|---|---|---|---|
| C | 46,72 | 40 | 46,34 |
| H | 5,79 | 62 | 5,87 |
| N | 11,49 | 8 | 10,75 |
| O | 29,94 | 20 | 30,33 |
| Cl | 6,06 | 2 | 6,71 |

Durch längere Einwirkung von Chlor auf fein vertheiltes Fischbein wird eine Chlorverbindung von Proteinbioxyd gebildet, welche folgende Zusammensetzung hat: $C_{160}H_{248}N_{40}O_{65}Cl_6 = 4\,(C_{40}H_{62}N_{10}O_{14}) + 3\,Cl_2O_3$ *).

Auch dies beweis't wiederum die Präexistenz oder wenigstens die leichte Bildung des Proteinbioxyds im Fischbein.

Was die Zusammensetzung des Fischbeins und zwar der Gesammtmasse desselben betrifft, so fand Van Kerckhoff dafür folgenden Ausdruck:

$$C_{106}H_{164}N_{28}O_{34}S_3 \text{ **)}.$$

oder:

$$2\,(C_{40}H_{62}N_{10}O_{14}) + S_3 + 2\,(C_{13}H_{20}N_4O_5).$$

Wenn wir von dem Bindemittel abstrahiren und die Zellenwand allein berücksichtigen, was bei dem Fischbein eben so gerechtfertigt erscheint, als beim Horn oder den Haaren, und wenn wir dabei die Eigenschaften des Fischbeins in Erwägung ziehen, so scheint die folgende Formel der wahre Ausdruck seiner Zusammensetzung zu sein:

$$C_{80}H_{124}N_{20}(O_{26}S_2) \text{ ***)}$$

welche Formel einerseits der von Van Kerckhoff gefundenen

---

*) Scheik. Onderz. Deel II, p. 403.

| | gef. | At. | ber. |
|---|---|---|---|
| C | 48,11 | 160 | 48,63 |
| H | 6,03 | 248 | 6,15 |
| N | | 40 | 14,08 |
| O | | 65 | 25,85 |
| Cl | 5,32 | 6 | 5,29. |

Jene Chlorverbindung ist bei 115° getrocknet; sie hat bei 100° die Zusammensetzung: $2\,(C_{40}H_{62}N_{10}O_{14}) + 3\,Cl_2O_3$.

**)

| | gef. | At. | ber. |
|---|---|---|---|
| C | 51,86 | 106 | 51,91 |
| H | 6,87 | 164 | 6,56 |
| N | 15,70 | 28 | 15,88 |
| O | 21,97 | 34 | 21,78 |
| S | 3,60 | 3 | 3,87. |

***)

| | At. | ber. |
|---|---|---|
| C | 80 | 52,43 |
| H | 124 | 6,64 |
| N | 20 | 15,19 |
| O | 26 | 22,29 |
| S | 2 | 3,45. |

procentischen Zusammensetzung entspricht, und anderseits über die Entstehung der meisten Zersetzungsprodukte des Fischbeins Rechenschaft giebt, welche mir überhaupt mit keiner vom Fischbein bekannten Eigenschaft im Widerspruch zu stehen scheint. Sie enthält die Elemente von:

$$2\,(C_{40}H_{62}N_{10}O_{12}) + O_2S_2.$$

## Haare.

Von den bis jetzt abgehandelten Geweben weichen die Haare wesentlich ab und verdienen daher eine specielle Betrachtung.

In einer Vertiefung der Haut, wo ein gefäßreiches Gewebe liegt, wird ein Cytoblastema abgesondert, welches Zellenform annehmen kann. Die Zellen, welche sich beständig, und zwar von unten her, erneuern, verdrängen die schon fertigen Zellen, treiben sie allmälig durch eine Oeffnung auf die Oberfläche der Oberhaut und verlängern fortwährend das hervorragende Ende.

Die in der Haarwurzel noch deutlichen Zellenreihen lassen sich im Haare bei manchen Thieren nicht mehr erkennen. Das ganze Haar ist mit einem Epithelium bedeckt, welches sich nach Einwirkung von Schwefelsäure in Plättchen von der Oberfläche ablös't (Fig. 111). Dies Epithelium, welches aus aneinander gereihten plattgedrückten Zellen besteht, bildet an den Vereinigungsstellen jener Zellen die auf dem Haar leicht zu erkennenden krummen Querstreifen. Die hierauf folgenden Zellenreihen, welche die Hauptmasse des Haares ausmachen, bilden kleine dünne Lamellen (Fig. 112 c) oder Fäserchen (b), welche, mit einander vereinigt, Bündel (a) darstellen, während von den in der Mitte des Haares liegenden Zellen meistens noch Spuren übrig bleiben (Fig. 113). Jene aus kleinen Plättchen oder Fasern bestehende Substanz, den wesentlichen Bestandtheil der Haare, nennt man corticale, die innere medulläre Sub-

stanz, Namen, statt welcher ich lieber die Bezeichnungen Haargewebe und Mark gebrauchen möchte. Letzteres fehlt mannigmal, oder findet sich nur stellenweise im Haar. Das Haargewebe oder die eigentliche Haarsubstanz besteht aus parallelen zum Theil auf einander liegenden Bündeln. Legt man ein Haar in concentrirte Schwefelsäure, so läßt sich das Epithelium durch gelindes Reiben in Scheiben davon trennen (Fig. 111), und die Substanz, welche die Fasern vereinigte, löſ't sich auf: die Fasern weichen in Bündeln von einander, und das Haar bekommt eine rauhe Oberfläche. Jene Bündel spalten sich durch Reibung in dünnere und kleinere Fasern oder Lamellen, welche sich als kleine, zusammengedrückte und verlängerte Zellen deutlich zu erkennen geben. Es gelingt indessen nicht, sie durch Anschwellung wieder in reine Zellen umzuformen.

Die Primitivfasern des Haares sind nach der Ansicht von Van Laer, welche ich früher mit ihm theilte, eine Schwefel-Proteinverbindung, und zwar

$$C_{40} H_{62} N_{10} O_{12} S_2.$$

Sie enthalten nämlich 5% Schwefel.

Das hypothetische Bindemittel jener Fasern ist nicht zu isoliren; es wird von allen als Trennungsmittel angewandten Verbindungen zersetzt. Wahrscheinlich ist die medulläre Substanz, welche in der Mitte des Haares liegt, in ihrer Zusammensetzung den Primitivfasern gleich. Denn sie besteht ja aus unveränderten Haarzellen, woraus durch bloße Metamorphose Haarfasern gebildet werden *).

*) Haare (schwarze Haupthaare), welche drei Stunden lang in Kali (in 1/4 Wasser gelöſ't) gelegen haben, sind dunkel, und es ist nichts zu unterscheiden. Nach Zusatz von Wasser werden sie durchsichtig, und man sieht an den Kanten sehr durchscheinende Ränder; an einzelnen Stellen gewahrt man blasenförmige Anschwellungen, deren körniger Inhalt ausfließt und aufgelöſ't wird. Die Haarfasern sind hier und da mit verlängerten dunklen Streifen untermischt. Die blasigen Anschwellungen sind nicht bei allen Haaren sichtbar; wo sie erscheinen, sind sie so scharf begrenzt, daß man sie für Zellen halten möchte, mit großen Körnern angefüllt. Der Rand des Haares ist nach Zusatz von mehr Wasser noch besser von dem darunter liegenden sehr geschwollenen Haargewebe zu unterscheiden, und scheint aus

Van Laer hat für das Haar die Zusammensetzung $C_{53}H_{82}N_{15}O_{17}S_2$ gefunden *). Wenn wir davon die Schwe-

mehreren auf einander liegenden Schichten zu bestehen. Hier und da lösen sich Scheiben von der Oberfläche ab, und zwar in der Richtung von der Basis des Haares nach dem Ende zu, indem sie nach außen hervorstehen, aber mit dem untern Ende festhaften (Fig. 110 l).

In concentrirter Kalilauge (nach vier Stunden) bleiben die Haare dunkel und nicht geschwollen. Durch Zusatz von Wasser schwellen sie stark an, und das Epithelium wird sehr hell und durchscheinend.

Barthaare, welche vier Stunden in concentrirter Kalilösung gelegen haben, verhalten sich wie die vorigen. Durch Wasser schwillt Alles stark an, das Epithelium berstet und der Inhalt lös't sich auf; nach späterem Zusatze von Schwefelsäure ist das übrig gebliebene Epithelium sehr deutlich zu sehen. Dieses Epithelium, welches aus einer Proteinverbindung besteht, unterscheidet sich von der Epidermis dadurch, daß die Plättchen sich nicht mehr zu Zellen ausdehnen lassen.

Barthaare, welche drittehalb Stunden in concentrirter Schwefelsäure gelegen haben, sind rauh durch das hervorstehende Epithelium, welches sich durch Reiben in größeren Lamellen ablös't, worauf man die Querstreifen des Haars deutlich erkennt (Fig. 111 a); durch stärkeres Reiben isoliren sich die abgelös'ten Epitheliumplatten (b). Durch Druck lös't sich das ganze Epithelium in großen Lamellen ab, und es theilt sich die darunterliegende Haarsubstanz (secundäre Haarbündel [Fig. 112 a]) in feine Fasern (b) oder Plättchen (c), welche unter Einwirkung der Schwefelsäure ziemlich angeschwollen sind.

Schwarze Hauptharre sind nach vierundzwanzigstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge stark geschwollen und sehr weich; durch Zusatz von Wasser zertheilt sich das Epithelium und das eigentliche Haargewebe, und lös't sich größtentheils auf, ohne Zellenform anzunehmen, während das Mark isolirt übrig bleibt, welches bei durchfallendem Lichte dunkel erscheint und mehr oder weniger eine zellige Struktur wahrnehmen läßt (Fig. 113 a). Schwarze Barthaare, 24 Stunden mit Kali behandelt, verhalten sich vollkommen gleich (Fig. 113 b).

In der Haut eines ausgewachsenen Fötus findet man immer zwei folliculi der Haare (lanugo) neben einander; die daraus entstehenden Haare laufen parallel, kreuzen sich späterhin und treten dicht neben einander aus der Oberhaut hervor (Donders und M.)

*) Van Laer, in Sheik. Onderz. Deel I, p. 177.

| | gef. | At. | ber. |
|---|---|---|---|
| C | 50,65 | 53 | 50,12 |
| H | 6,36 | 82 | 6,33 |
| N | 17,14 | 16 | 17,52 |
| O | 20,85 | 17 | 21,03 |
| S | 5,00 | 2 | 4,99 = |

$C_{40}H_{62}N_{10}O_{12}S_2 + C_{13}H_{20}N_6O_5$.

Die Analysen von Scherer (Ann. der Pharm., 1841, Oktober, S. 55) stimmen mit jenen im Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte fast ganz überein.

| | I. | II. | III. |
|---|---|---|---|
| C | 51,53 | 50,65 | 50,62 |
| H | 6,69 | 6,77 | 6,61 |
| N | 17,94 | | |
| OS | 23,84. | | |

felproteinverbindung abziehen, so bleibt $C_{13}H_{20}N_6O_5$ für das hypothetische Bindemittel übrig, eine Substanz, welche mit dem leimgebenden Stoffe einige Aehnlichkeit hat.

Obige Ansicht — ich wiederhole es — habe ich früher mit Van Laer getheilt. Seit indeß die andern Horngewebe untersucht sind, und sich meine Kenntnisse in dieser Hinsicht erweitert haben, bin ich zu der Ueberzeugung gelangt, daß jene Formel für die Zusammensetzung des Haares nicht die richtige ist. Denn erstens spricht keine einzige der chemischen Reactionen für das Vorhandensein eines solchen Bindemittels, und ebenso wenig liefert die mikroskopische Untersuchung einen Beweis für die Gegenwart einer wägbaren Menge derselben; ferner stimmen die Eigenschaften der Haare mit jener Annahme gar nicht überein, z. B. die Eigenschaft, von concentrirter Essigsäure nicht verändert zu werden, da diese Säure doch alle anderen Horngewebe angreift und manche derselben ganz auflös't. Dazu kommt, daß für die chemische Zusammensetzung der Haare ein viel einfacherer Ausdruck sich darbietet, nämlich folgender: $2\,(C_{40}H_{62}N_{12}O_{12})S_3$. Diese Formel drückt die Zusammensetzung von Proteinbi- und -tritoxyd aus, worin ein Theil des Sauerstoffs durch Aequivalente von Stickstoff und Schwefel vertreten ist, wie folgendes Schema zeigt:

$$\frac{C_{80}H_{124}N_{20}(O_{24}N_4S_3)\ ^{*)}}{O_{29}}$$
$$= C_{40}H_{62}N_{10}O_{14} + C_{40}H_{62}N_{10}O_{15}$$
$$= 2\,(C_{40}H_{62}N_{10}\,[O_{12}N_2S])\,S.$$

Es bleibt mir noch übrig, diese Vorstellung zu rechtferti-

---

Bei jener Berechnung muß aber noch ein Gehalt an 0,53% Phosphor berücksichtigt werden, so daß das Haar besteht aus: $12\,(C_{53}H_{82}N_{16}O_{17}S_2) + P_2$, verbunden mit schwefelsaurem und phosphorsaurem Kalk, Eisenoxyd, Chlornatrium, schwefelsaurer Magnesia, und mit den in Alkohol und Aether löslichen Stoffen: Margarin, Margarinsäure, Elain und milchsaures Ammoniak.

*) Obige Formel steht ganz mit der für die Haare gefundenen procentischen Zusammensetzung in Uebereinstimmung.

gen; die Richtigkeit derselben läßt sich zwar nicht beweisen, aber sie hat gegenwärtig einen weit höhern Grad von Wahrscheinlichkeit für sich als eine jede andere Annahme.

Zuerst muß bemerkt werden, daß das Protein ein Aequivalent Stickstoff verlieren und an dessen Stelle Sauerstoff aufnehmen kann. Denn wir kennen eine Verbindung, welche statt 10 At. Stickstoff nur 8 Atome enthält.

Die hauptsächlichste Stütze findet aber obige Ansicht in dem Verhalten der Haare gegen Chlorgas. Die Haare behalten nämlich unter der Einwirkung dieses Gases ganz ihre Form bei und nehmen wenig an Gewicht ab: sie werden nur mürbe. Dies Verhalten ist ganz verschieden von demjenigen des Horns und des Fischbeins.

Wird Chlor längere Zeit durch Wasser geleitet, worin Haare suspendirt sind, so entsteht chlorigsaures Protein *). Diese Verbindung mit Ammoniak zersetzt, gab nach Auszug des Ammoniaksalzes durch Alkohol Proteintritoryd, aber wasserfrei **).

Die durch Einwirkung des Chlors auf Haare entstandene Chlorproteinverbindung kann als einziges und Hauptprodukt

---

| | At. | ber. |
|---|---|---|
| C | 80 | 50,92 |
| H | 124 | 6,45 |
| N | 24 | 17,64 |
| O | 24 | 19,66 |
| S | 3 | 5,00. |

*) Von Laer, in Scheik. Onderz. Deel I, p. 160.

| | I. | II. | III. | IV. | At. | ber. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C | 49,02 | 49,67 | 48,15 | 48,07 | 40 | 48,76 |
| H | 6,08 | 6,08 | 5,94 | 5,93 | 62 | 6,16 |
| N | 14,09 | | | | 10 | 14,11 |
| O | 18,09 | | | | 12 | 19,13 |
| $Cl_2O_3$ | 12,61 | | | 12,62 | 1 | 11,84. |

Die Analysen I. und II. sind vom Menschenhaar, III. und IV. vom schwarzen Pferdehaar.

**) Van Laer, in Scheik. Onderz. p. 161.

| | gef. | At. | ber. |
|---|---|---|---|
| C | 52,35 | 40 | 52,44 |
| H | 6,67 | 62 | 6,64 |
| N | 15,07 | 10 | 15,19 |
| O | 25,91 | 15 | 25,73. |

dieser Reaction angesehen werden. Die Haare werden zwar mürbe, behalten aber doch ihre Form bei. Es präexistirt also im Haare eine Proteinverbindung, welche unter dem Einflusse des Chlors 4 At. Stickstoff und 3 At. Schwefel verliert und dafür 2 $(Cl_2 O_3)$ oder die Elemente von 2 At. chloriger Säure aufnimmt, welche mit zwei At. Protein in Verbindung treten. Bei diesem Austausche erhält sich nicht allein die Form der Haarfasern, sondern auch die Form des ganzen Haares. Wie jene chemische Veränderung vor sich geht, ist nicht schwer zu erklären; es verbinden sich 4 At. Stickstoff mit 12 Atomen Wasserstoff, während sich 4 At. Chlor mit 6 At. Sauerstoff vereinigen. So entsteht durch Wasserzersetzung und unter Bildung von Salmiak die genannte Chlorverbindung, während der Schwefel ausgeschieden wird.

Wenn man Haare in verdünnter Kalilauge auflös't und die Auflösung mit ein wenig Essigsäure vermischt, so präcipitirt sich Protein, aber in so geringer Menge, daß man es nicht für wesentlichen Bestandtheil des Haars halten kann. Versetzt man die vom Protein abfiltrirte Flüssigkeit mit einem Ueberschusse von Essigsäure, so entsteht ein Niederschlag von Proteinbioxyd $C_{40} H_{62} N_{10} O_{14}$. Der Sauerstoff des Kalis wurde hierbei gegen den Schwefelgehalt des Haares ausgetauscht und Schwefelkalium gebildet. Auch von dieser Zersetzung giebt die obige Vorstellung von der chemischen Zusammensetzung des Haars Rechenschaft, nur bleibt noch unbestimmt, was aus den 4 At. Stickstoff geworden ist; wenn sich daraus durch Wasserzersetzung Ammoniak erzeugt (welches in der That bei jener Zersetzung ausgetrieben wird), so sind dadurch 6 At. Sauerstoff frei geworden; da außerdem 3 At. Schwefel aus 3 At. Kali unter Bildung von Schwefelkalium 3 At. Sauerstoff entbinden, aber zur vollständigen Umwandlung des Proteins in Bioxyd nur 4 At. Sauerstoff erfordert werden, so sind immer noch 5 At. Sauerstoff übrig, deren Verwendung unerklärt bleibt und noch zu erforschen ist.

Was nun zum Schlusse diejenige Proteinverbindung betrifft,

welche anstatt 10 At. Stickstoff nur 8 Atome Stickstoff enthält, so erleidet das Proteinbioxyd, welches man aus dem Haare erhält, sowie dasjenige, welches im Haare vorzukommen scheint und aus dem Fischbeine leicht entsteht, unter der Einwirkung des Chlors eine wesentliche Veränderung. Wenn man aus der Auflösung des Haars in Kali zuerst das Protein durch ein wenig Essigsäure ausfällt und dann Chlor durch die Proteinbioxyd enthaltende Flüssigkeit leitet, so erhält man einen Niederschlag, welcher besteht aus: $C_{40}H_{62}N_8O_{17} + Cl_2O_3$ *). Diese Verbindung enthält außer der chlorigen Säure 5 At. Sauerstoff mehr und 2 At. Stickstoff weniger als Protein.

Sie entsteht aus Proteinbioxyd unter Wasserzersetzung und Bildung von Ammoniak, wie folgt:

$$C_{40}H_{62}N_{10}O_{14} + H_6O_3 = C_{40}H_{62}N_8O_{17} + N_2H_6.$$

Erstere Substanz verbindet sich mit chloriger Säure, während Ammoniak mit der in der Flüssigkeit enthaltenen Salzsäure zusammentritt.

Jene Verbindung, obgleich nur künstlich hervorgebracht, ist darum doch wichtig für die Kenntniß des Proteins, da sie die Möglichkeit darthut, daß Protein mehr Sauerstoff aufnimmt und Stickstoff verliert. Auf dieselbe Weise kann aus dem thierischen Körper Protein unter Sauerstoffabsorption verschwinden, und möglicher Weise ist obige Substanz (natürlich frei von chloriger Säure) in gewissen Krankheitsprodukten enthalten.

Durch verdünnte Schwefelsäure wird Haar beim Kochen in humussaures Ammoniak verwandelt, und unter Sieden entdurch Ameisensäure; eine Veränderung, welche Protein auch weicht Fäulniß erleidet. Salzsäure erzeugt damit humussau-

---

*) Van Laer, in Scheik. Onderz. Deel I, p. 171.

| | I. | II. | At. | ber. |
|---|---|---|---|---|
| C | 46,16 | 45,83 | 40 | 46,34 |
| H | 5,74 | 5,85 | 62 | 5,87 |
| N | | 11,25 | 8 | 10,75 |
| O | | 24,30 | 17 | 25,78 |
| $Cl_2O_3$ | 11,89 | 12,77 | 1 | 11,26 |

Siehe oben S. 561 u. 568.

res Ammoniak und Salmiak, Salpetersäure Xanthoproteinsäure. Die Haare widerstehen der Einwirkung von concentrirter kochender Essigsäure und unterscheiden sich dadurch von anderen Proteinverbinduugen, z. B. von Fibrin, Albumin, Casein, ferner vom Fischbein, Horn und der Oberhaut.

Kochendem Wasser, selbst im Papin'schen Topfe bieten die Haare lange Widerstand und geben nicht genau studirte Zersetzungsprodukte, unter andern ein rothes Extract.

Die Farbe der Haare scheint nicht von materiellen Verschiedenheiten abzuhängen.

Die verschiedene Beschaffenheit der Haare verschiedener Thiere rührt von geringen Beimengungen her; ihren Hauptbestandtheilen nach sind sie identisch (Wolle u. s. w.).

Die Thatsache, daß die Oberhaut und Nägel in ihrer Zusammensetzung so nahe mit den Haaren übereinstimmen und doch in ihren Eigenschaften, wie durch die Auflöslichkeit der ersteren und die Unauflöslichkeit der letzteren in concentrirter Essigsäure u. s. w. so sehr von einander abweichen, erfordert noch eine specielle Untersuchung. Vom Horn und Fischbein ist übrigens die Zusammensetzung der Haare wesentlich verschieden. Ich will, um dies anschaulicher zu machen, die Resultate je einer Analyse aller jener Verbindungen zusammenstellen *).

Aus denselben geht deutlich hervor, daß Scherer sich geirrt hat, da er sie für gleich zusammengesetzt betrachtet.

Unsere obigen Betrachtungen berechtigen uns, wie ich glaube, zur Annahme der nachfolgenden Formeln:

---

*)

| | Pferdehuf. | Oberhaut. | Horn. | Fischbein. | Haare. |
|---|---|---|---|---|---|
| C | 51,41 | 50,28 | 51,03 | 51,86 | 50,65 |
| H | 6,96 | 6,76 | 6,80 | 6,87 | 6,36 |
| N | 17,46 | 17,21 | 16,24 | 15,70 | 17,14 |
| O | 19,94 | 25,01 | 22,51 | 21,97 | 20,85 |
| S | 4,23 | 0,74 | 3,42 | 3,60 | 5,00. |

Für Fischbein $C_{80}\ H_{124}\ N_{20}\ O_{26}\ S_2$
» Haare $2\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ [O_{12}\ N_2\ S])\ S$
» Horn $2\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ O_{14}\ S) + N_2\ H_4$
» Hufe der Kühe und Pferde } $C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ (O_{12}\ N_4) + 2\ (C_{40}\ H_{62}\ N_{10}\ [O_{12}\ S_2])$.

Niemand wird bezweifeln, daß es gegenwärtig unmöglich ist, zu bestimmen, wie die Schwefelatome gelagert sind, und gern gebe ich obige Betrachtungsweise gegen jede andere auf, welche besser ist. Für jetzt scheint sie mir übrigens ungezwungen zu erklären, was sie erklären soll. Unsere Kenntniß jener Körper ist noch in der Entwickelung begriffen. Wer aus den gegebenen Erklärungen der obigen Zersetzungserscheinungen folgern will, daß ich das Protein für ein Radikal halte, den muß ich erinnern, daß ich oft auf die complexe Natur des Proteins hingewiesen habe (S. 320) und mich hier noch einmal besonders gegen diese Ansicht verwahre. Meiner Meinung zu Folge tauscht einer von den vielen Stoffen, welche die Proteingruppe bilden, seine Bestandtheile aus und nimmt Sauerstoff, Schwefel oder Stickstoff auf, nicht aber die ganze Gruppe. Wir schreiben die Formel der Benzoesäure $= C_{14}\ H_{10}\ O_2 + O$, aber Niemand wird so unchemisch sein, sich die Verbindung wirklich so vorzustellen.

Den obigen Betrachtungen gemäß dürfen wir schließen, daß alle jene aus unveränderten Zellen bestehenden Gewebe Proteinbioxyd als solches oder als Prototyp enthalten, wodurch das, was S. 536 über die ursprüngliche thierische Zellenmembran gesagt ist, eine Bestätigung erhält.

Wenn die Zusammensetzung der Horngewebe wirklich so ist, wie wir angenommen haben, so bedarf nach dem, was S. 354 über die Gegenwart von Proteinbioxyd im Blute angeführt ist, die Entstehung derselben keiner weiteren Erklärung.

Der Ursprung des Schwefels in jenen Geweben ist leicht zu erklären. Er gelangt mit dem Phosphor als Bestandtheil

der Proteinverbindungen, welche sowohl in der vegetabilischen wie in der animalischen Nahrung enthalten sind, in den Körper; und da bei jedem Athemzuge Schwefelphosphorproteinverbindungen zersetzt und daraus Proteinoxyd u. a. gebildet werden, so muß einerseits Phosphorsäure entstehen, welche sich mit vorhandenem Alkali verbindet und als phosphorsaures Salz mit dem Urin vom Organismus ausgeschieden wird, und andrerseits muß Schwefel frei werden. Der Schwefelgehalt der Gewebe ist also direct von dem mit dem Protein in der Nahrung aufgenommenen Schwefel herzuleiten.

Dieser Schwefel scheint, gleich dem Stickstoffe, Sauerstoff in der Proteinverbindung vertreten zu können, in andern Verbindungen scheint er wirklich in der Form von Schwefelammonium enthalten zu sein, welches dem Gewebe beim Stehen an der Luft den Geruch ertheilt und die charakteristischen Fällungen in den Metallsalzen bewirkt.

## Schildpatt.

Dies merkwürdige Gewebe, welches ein Epithelium der Schildkrötendecke genannt werden kann, schließt sich ganz an die bisher abgehandelten Gewebe. Es besteht aus platt auf einander liegenden und ineinander verwebten Zellen (Fig. 114 und 115), welche nur schwierig die ursprüngliche Zellenform wieder annehmen. Von diesen plattgedrückten Zellen sind mehrere zu einem Plättchen verbunden, und diese Plättchen in großer Menge auf einander gehäuft *).

---

*) Schildpatt, der Oberfläche parallel von der Innenseite genommen, zeigt krumme, unregelmäßig verlaufende Linien. Auf dem Querschnitte betrachtet, sieht man einzelne Lamellen auf einander liegend, worin sich eine Menge dunkler, gebogener Streifen wahrnehmen lassen; die Lamellen weichen durch Druck von einander, und in jeder sieht man alsdann Spuren von geraden Streifen, so daß sie aus noch dünneren Plättchen zu bestehen scheinen. Auf dem Längsdurchschnitte erkennt man die dickeren Lamellen gleichfalls.

Parallel der Oberfläche zeigen sich nach sechsstündiger Einwirkung von

Die Analyse von Schildpatt hat neben einem Aschengehalte von einem halben Procent folgende Zusammensetzung gegeben *).

Durch Kochen mit Essigsäure wird es gallertartig und giebt mit Wasser verdünnt und filtrirt eine Auflösung, worin

concentrirter Kalilauge hier und da längliche runde Umrisse und lange dunkle Streifen; Wasser bringt darin keine merkliche Veränderung hervor. Die Theile sind noch hart; sechsstündige Einwirkung von Kali ist also für dies Gewebe noch nicht hinreichend, um es zu verändern.

Auf dem Querdurchschnitte nimmt man nach sechsstündigem Verweilen in Kaliflüssigkeit nichts Besonderes wahr. Durch Zusatz von Wasser wird die Masse heller uud die Streifen viel deutlicher; sie sind dicht neben einander gelagert, und in kurzen Zwischenräumen abgebrochen und in einander verwebt. Am Rande der Probe lösen sich kleine Lamellen ab, welche sehr durchsichtig sind und ihre eckige Gestalt mehr oder weniger verlieren. Auf der Oberfläche desselben zeigen sich die Streifen in Form von Maschen, wie beim Fischbein u. s. w.

Nach sechsstündigem Verweilen in concentrirter Schwefelsäure sind die Stückchen, parallel der Oberfläche abgenommen, sehr gelatinös angeschwollen und durchsichtig, mit scharf begrenzten, weit von einander abstehenden gebogenen Linien. Durch Reiben lassen sich nur schwierig Theile ablösen. Zusatz von Wasser verändert ihre Beschaffenheit wenig.

Ein feiner Querschnitt von Schildpatt, worauf vierundzwanzig Stunden lang concentrirte Kalilauge eingewirkt hat, nimmt nach Zusatz von Wasser eine zellige Structur an; die Zellen sind oval, noch einiger Maßen eckig, bedecken einander theilweise, isoliren sich nicht und erhalten dadurch das Ansehen eines Netzes mit länglichen Maschen (Fig. 114).

Nach achtundvierzigstündiger Einwirkung von concentrirtem Kali bilden sich durch Zusatz von Wasser schöne kugelförmige Zellen (Fig. 115) von hellbrauner Farbe, ohne Kerne, doch mit einem etwas körnigen Inhalte, welcher durch längere Einwirkung von Wasser nicht ganz verschwindet. Die Zellen isoliren sich darauf, und es zeigt sich zwischen denselben eine geringe Menge körniger Substanz.

Schildpatt, welches sechs Monate lang in concentrirter Schwefelsäure gelegen hat, gleicht dem, welches einer vierundzwanzigstündigen Einwirkung von Kali ausgesetzt gewesen ist. Die Zellen haben sich nicht isolirt, sondern hängen noch zusammen, obschon sie aufgequollen sind. Zwischen den erweiterten Zellen sieht man durchlaufende Kanäle mit einem bräunlichen Inhalte.

Nach sechsmonatlicher Einwirkung von Salpetersäure ist fast Alles aufgelöst; nur einige structurlose Stückchen sind übrig geblieben. (Donders und M.)

*) Mit Aether und Alkohol ausgezogen und bei 130° getrocknet:

| | | |
|---|---|---|
| C | 54,89 | 54,75 |
| H | 6,56 | 6,63 |
| N | 16,77 | 16,46 |
| O | 19,56 | |
| S | 2,22 | |

Scheik. Onderz. Deel III.

kohlensaures Ammoniak eine reichliche Fällung hervorbringt. Aus der gesättigten, warm filtrirten essigsauren Auflösung setzt sich ebenfalls während des Abkühlens ein weißer Niederschlag ab, und die darüberstehende Flüssigkeit bleibt milchig. Die klare, saure, Essigsäure enthaltende Lösung giebt mit basisch essigsaurem Bleioxyd eine starke weiße Fällung.

Bei der Behandlung mit kochender concentrirter Essigsäure bleibt eine große Menge unaufgelöst zurück.

Schildpatt wird von Kalilauge aufgelöst, und die Flüssigkeit giebt, mit wenig Essigsäure versetzt, einen weißen Niederschlag, welcher fest am Glase haftet und stark zusammenbackt wie ein Harz. Durch eine größere Menge Essigsäure vermehrt sich der Niederschlag nicht.

Weiter ist die chemische Natur des Schildpatts bis jetzt nicht untersucht. Aus obigen Daten geht inzwischen hervor, daß es von allen andern Horngeweben abweicht.

## Leimgebende Gewebe.

Gleich wie in den Pflanzen eine allgemein verbreitete Substanz vorkommt, welche die Zellen und die aus Zellen hervorgegangenen Theile bildet (die Cellulose), so finden wir auch im thierischen Körper eine Verbindung in ähnlicher Verbreitung, die wir früher (S. 330) mit dem Namen »leimgebende Substanz«, bezeichnet haben. Wir haben damals schon bemerkt (S. 331), daß sie nicht, wie die Cellulose im Pflanzenreiche, die primären Zellen des thierischen Organismus bildet, und daß sie in dieser Beziehung keine Analogie mehr mit jener besitzt.

Vom Standpunkte der Gewebelehre aus lassen sich nicht alle Theile der Organe, welche beim Kochen Leim geben, in eine Rubrik zusammenfassen. Denn die leimgebende Substanz nimmt, wie die Cellulose bei den Pflanzen, verschiedene For-

men an und vereinigt sich mit anderen Verbindungen zu eigenthümlichen Geweben.

Wir kennen als Hauptbestandtheil des Organismus ein Gewebe, welches hauptsächlich aus leimgebender Substanz besteht und Bindegewebe heißt, früher auch Zellgewebe genannt wurde, ein Gewebe, welches in fast allen Organen die Bestandtheile derselben mit einander verbindet. Es besteht übrigens bei gehöriger Entwickelung nicht aus Zellen, ebenso wenig als wir die Spiralgefäße der Pflanzen Zellen nennen (s. S. 96). Es ist vielmehr aus fadenförmigen, in Schlangenwindungen laufenden Cylinderchen (Fig. 116 u. 124) zusammengesetzt, welche meistens durch ein formloses oder körniges Bindemittel bündelweise verbunden sind. Diese Bündel vereinigen sich auf's Neue unter einander zu größeren Bunden oder Häuten, wobei die Fäden dann entweder in verschiedenen Richtungen sich kreuzen, wie in der Haut und dem sogenannten Zellgewebe, welches unter der Haut liegt, oder einander parallel laufen, wie in den Sehnen und vielen serösen und fibrösen Häuten. Essigsäure macht die Fäden durchsichtig und gelatinös (Fig. 121, [1]); in manchen Fällen sieht man nach Einwirkung der Essigsäure Fäden, welche die anderen gleichsam umschlingen und in vielerlei, meistens spiralförmigen, oft auch in vollkommen kreisförmigen Richtungen sich über die Oberfläche derselben hinlegen; auch findet man zuweilen unter den Fibern des Bindegewebes einige damit parallel laufende (Fig. 121, [2]), welche ebenfalls durch Essigsäure nicht gelatinös werden und von den umwickelnden Fäden nicht verschieden zu sein scheinen. Letztere verhalten sich ganz wie elastisches Gewebe.

Schon aus diesem Grunde ist die Zusammensetzung des leimgebenden Gewebes nicht einfach und kann mit der des Leims unmöglich identisch sein. Hat Scherer dennoch bei der Analyse der Sehnen Zahlen erhalten, welche mit meinen Analysen des Leims übereinstimmen (S. 334), so zeigt dies nur, wie wenig weit die Genauigkeit der Elementaranalysen reicht. Scherer hat

nemlich ein Gemenge von Bindegewebe und etwas elastischem Gewebe analysirt*). In dem losen zelligen Gewebe, welches die sekundären Sehnenbündel verbindet, kommen außerdem noch Gefäße und Fettgewebe vor, deren Zellenwände zurückgeblieben sind.

Die wahre Zusammensetzung des Bindegewebes, so wie es sich im Organismus findet, ist besonders deshalb so schwierig zu ermitteln, weil es kein einziges Gewebe giebt, woraus man es vollkommen rein erhält. Wir haben indessen Grund anzunehmen, daß seine Formel mit der des Leims: $C_{13}H_{20}N_4O_5$ zusammenfällt.

Seine Eigenschaften stimmen mit denen des Leims nahe überein, ausgenommen darin, daß es in kaltem Wasser unauflöslich ist. Erst beim Kochen löst es sich auf und verwandelt sich dabei in Leim.

Man unterscheidet formloses und geformtes leimgebendes Gewebe. Das formlose ist aus netzförmig vereinigten Bündeln zusammengesetzt, oder es stellt dünne Lamellen dar, welche hohle Räume bilden, die durch große Oeffnungen mit einander zusammenhängen. Es verbindet die Haut und Muskeln, ferner die sekundären Muskelbündel und ist dasjenige, was wir so eben unter dem Namen Bindegewebe verstanden haben. Hierin liegen die Fettzellen eingeschlossen.

Das geformte leimgebende Gewebe umfaßt zweierlei Arten, das contractile und das uncontractile Gewebe. Zu ersterem gehören die Haut, namentlich des Scrotums, die corpora cavernosa, die Längsfaserhaut und ringförmige Haut der Venen

---

*) Nach den Analysen von Winkler (Scheik. Onderz. Deel III.) haben die Sehnen einer Kuh, mit kaltem Wasser ausgezogen und mit Alkohol und Aether ausgekocht, folgende Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| C | 49,68 |
| H | 6,64 |
| N | 17,94 |
| O | 25,74 |

Dies ist ohngefähr die Zusammensetzung des Leims. Die elastischen Fibern kommen zwar nur in geringer Menge in den Sehnen vor, aber sie sind doch nicht ganz zu vernachlässigen. Jedenfalls geht aus obiger Analyse hervor, daß Scherer zu viel Wasserstoff gefunden hat, und daß seine Ansichten, welche er in Canstatt's Jahresbericht ausgesprochen hat, nicht richtig sind. (Vergl. was S. 331 über das leimgebende Gewebe gesagt ist.)

und Lymphgefäße. Diese enthalten neben den Fasern des Bindegewebes eine größere Menge von Fibern des elastischen Gewebes, als in dem uncontractilen Gewebe vorkommen. Zu letzterem gehören die Sehnen, welche aus parallel laufenden Bündeln bestehen, durch ein loseres Gewebe von gleichen chemischen Eigenschaften unter einander vereinigt; ferner die auf gleiche Weise gebildeten Bänder, wozu aber nicht die elastischen und die Wirbelbänder zu zählen sind, die Gelenkknorpel (?) (tuschen-gewrichts-kraakbeenderen), die fibrösen Häute, wohin die sclerotica, welche die Nieren, die Eierstöcke, die Milz u. s. w. bedeckt, die dura mater, membrana tympani, die häutigen Klappen der Venen, Lymphgefäße und des Herzens, das neurilema, die fasciae der Muskeln, das periostium und perichondrium zu rechnen; endlich die tunica nervea der Gedärme u. s. w., die Membranen des Serums, die pia mater und choroïdea. Die Menge der in dem letzten Gewebe eingemengten Fibern von elastischem Gewebe ist verhältnißmäßig viel geringer. Niemals scheint es indessen ganz zu fehlen *).

---

*) Loses Zellgewebe zwischen den Schenkelmuskeln eines erwachsenen Menschen.

Parallel laufende, gebogene, sehr lange, feine Fasern, zu Bündelchen vereinigt (Fig. 116). Sie schwellen in Essigsäure stark an und werden sehr blaß, selbst unsichtbar; hier und da wechseln sie mit den Fasern des elastischen Gewebes ab, die sehr lang sind und in allen Richtungen, zuweilen auch ganz grade laufen. Ein einzelnes Bündel des Bindegewebes enthält drei nebeneinander liegende, kugelförmige Theile, durch schmale Lamellen vereinigt. Hier haben sich also drei Ringe des elastischen Gewebes um die Faser gelegt.

Nach vierstündiger Einwirkung von concentrirter Kalilauge sind sie unverändert; hier und da sieht man eine Faser mit körnigen Anschwellungen. Durch Zusatz von Wasser wird Alles aufgelöst, außer einigen langen, dünnen, gebogenen Fibern des elastischen Gewebes (Fig. 117).

Loses Zellgewebe unter der fascia lata des Oberschenkels, nach fünfstündigem Verweilen in Kalilauge. Ovale, von einem dicken Rande umschlossene Oeffnungen, an allen Seiten durch jenen Rand umgeben. Die Ränder bestehen aus einigen verschiedenen Fasern; in den ovalen Räumen findet sich ein körniger Inhalt (Fig. 118). Nach Zusatz von Wasser verschwinden die ovalen Oeffnungen, darauf das ganze Gewebe, und es bleiben nur lange, dünne, durchsichtige, gekräuselte Fasern des elastischen Gewebes übrig.

Das ligamentum laterale externum des Unterkiefergelenkes verhält sich in sechsstündigem Liegen in Kaliflüssigkeit, wie das

Alle diese Arten von Binde- oder leimgebendem Gewebe entstehen aus Kügelchen mit einem Kerne, worin ein oder zwei Kernkörperchen wahrzunehmen sind. Die daraus gebildeten Zel-

obige Bindegewebe unter der fascia. Nach Zusatz von Wasser kommen wieder elastische Fasern zum Vorschein.

Haut vom Oberschenkel eines erwachsenen Menschen, nach vierstündiger Einwirkung von verdünnter Essigsäure. Unter dem Kerne enthaltenden Theile der Oberhaut sind die Fasern des zelligen Gewebes geschwollen und durchsichtig geworden. Man sieht feine, gebogene, kurze elastische Fasern, welche um so stärker und länger werden, je mehr sie von der Oberfläche entfernt liegen (Fig. 119). Sie bilden daselbst durch vielfache Verzweigung und Umbiegung ein Netz, dessen Maschen ganz durchsichtig und von dem geschwollenen zelligen Gewebe eingenommen sind. Die Fasern werden in der Tiefe größer und dicker, sind weniger verschiedenartig und bilden größere Zwischenräume, in denen Fettgewebe liegt. Hier liegen auch die Schweißdrüsen, deren spiralförmige Entleerungskanäle die Haut durchdringen, ferner die glandulae sebaceae und die folliculi der Haare.

Nach funfzigstündigem Verweilen in Kalilauge bleiben auf Zusatz von Wasser sehr viele elastische Fasern übrig, welche breiter sind als in den Sehnen und irgend anderswo und ihre eigenthümlichen Krausen und auch Verzweigungen besitzen.

Haut von einem Fötus, sieben Stunden in concentrirtem Kali gelegen. Es ist Nichts erkennbar. Auf Zusatz von Wasser bleiben netzartig verbundene elastische Fasern übrig, und zwar an einem Theile des Randes der Probe. In der Mitte des Stückes sieht man, wie in dem Zellengewebe unter der fascia, rundliche, durch einen dicken Rand begränzte Oeffnungen, und darin einen dunklen Inhalt, welcher sich nach längerer Einwirkung des Wassers zertheilt und eine körnige Masse darstellt, die sich hernach auflöst.

Haut von einem Fötus, in Essigsäure bewahrt, zeigt dünne, gewöhnlich sehr kurze elastische Fasern, mit Anschwellungen der Kerne versehen, woraus sie sich gebildet haben.

Die festen Bündel der fascia lata des Oberschenkels besitzen nach sechsstündigem Verweilen in Kali schlangenförmig parallel laufende, feine Fasern, auf denen rechtwinklich breite durchscheinende, mit einer Art von Hülse umgebene Bündel stehen.

In der fascia bestehen die schlangenförmig laufenden Fasern aus elastischem Gewebe. Man trennt sie durch Auseinanderreißen und bekommt alsdann sehr breite Fasern. Nach funfzigstündiger Einwirkung von Kali und Zusatz von Wasser behält man bloß die elastischen Fasern übrig.

Auf dem Querdurchschnitte der Sehne (getrocknet) des semitendinosus (Fig. 120) nimmt man nach Zufügung von Wasser sekundäre Sehnenbündel wahr von verschiedener Größe (1), durch loses zelliges Gewebe (2), mit körniger Intercellularsubstanz, verbunden. In diesem losen Zellgewebe sieht man Durchschnitte von Blutgefäßen (3) und um dieselben rund herum Fettgewebe (4). Jedes sekundäre Bündel zeigt eine Menge verlängerter, regelmäßig vertheilter Punkte, welche die Durchschnitte der Fasern des elastischen Gewebes sind.

Ein Längsdurchschnitt in der Richtung der Achse der Sehne des getrockneten semitendinosus enthält parallel laufende durchscheinende Bündelchen, welche aus dünnen, schlangenförmig gewundenen Sehnenfasern be-

len verlängern sich in zwei Richtungen und ändern sich dabei in Fädenbündel um, woraus endlich der Zellenkern verschwindet (Schwann). Es ist indessen nach Henle nicht ausgemacht,

---

stehen und die mit undurchsichtigen Bündeln abwechseln. Essigsäure macht Alles so durchsichtig, daß man kaum mehr die parallelen Sehnenbündel erkennen kann (Fig. 121 [1]), welche jetzt viel breiter sind als vor der Einwirkung von Essigsäure. Außerdem bemerkt man eine Menge schlangenförmig gebogener oder grader elastischer Fasern, die in sehr regelmäßigen Abständen nebeneinander liegen (Fig. 121, [2]).

In Folge der Einwirkung von Kali findet eine auf dem Querdurchschnitte sichtbare Theilung der sekundären Bündel in kleinere Statt, deren jedes aus sechs bis acht primären Bündeln besteht. Letztere sind durch ein formloses Bindemittel vereinigt, wovon eine dickere Schicht zwischen den sekundären zusammengesetzten Bündeln vorkommt. Auch kommen hierbei die Kernfasern deutlich zum Vorschein, welche nach längerer Einwirkung von Kali und Zusatz von Wasser allein übrig bleiben.

Bei der Erweiterung des Querdurchschnittes in Essigsäure biegen sich, in Folge der starken Ausdehnung der Fasern in der Breite, die an den Enden liegenden Theile um und bilden geschwollene Bündel, deren Breite der Dicke der geschwollenen Scheibe entspricht, und auf deren Längsrichtung die elastischen Fasern rechtwinklig stehen (Fig. 122). Ein feinerer Querschnitt giebt dünne Bündel (Fig. 123). Da nun diese Bündel nichts anderes als parallele elastische Fasern enthalten, gleichwie auf dem Längsdurchschnitte (Fig. 121, [2]), und keine Querbündel, noch Fasern und Streifen besitzen, so folgt daraus, daß die primären Sehnenbündel, durch keine Hülsen umgeben, noch in Gruppen vertheilt sind, sondern daß sie bei ihrer Ausdehnung in Essigsäure so ineinander dringen, daß sie gleichsam eine einzige Masse ausmachen. Es scheint übrigens die Vereinigung der Fasern in einem gewissen Sinne fester zu sein als in anderen Richtungen, da jene Bündel sich in Reihen lostrennen lassen.

Aus jener Beobachtung ergiebt sich, daß die größeren und kleineren Bündel der Sehnen nicht durch häutige Hüllen von einer besonderen Zusammensetzung umgeben sind, sondern daß sie wahrscheinlich von einer Schicht derselben leimgebenden Substanz eingeschlossen sind, welche die Primitivfasern der Sehnen ausmacht, und daß also die sekundären Sehnenbündel außer Fäden des elastischen Gewebes nur leimgebendes Gewebe enthalten. In dem zelligen Gewebe, welches die sekundären Bündel verbindet, kommen übrigens noch Blutgefäße und Fettgewebe vor.

Die Sehnenfasern einer frischen Sehne sind oftmals regelmäßig gekräuselt (Fig. 124); sie kommen übrigens mit denen des losen Zellgewebes überein.

Auflösungen von Sublimat und Gerbsäure sind besonders geeignet, um bei der Untersuchung der Fasern des Sehnengewebes dieselben deutlich hervortreten zu lassen; ebenso Alkohol.

Durch Essigsäure ausgedehnte Fasern des Sehnengewebes nehmen nach der Neutralisation der Säure mit Ammoniak ohngefähr die vorige Gestalt an.

Ligamentum sacro-tuberosum, ein Band, welches den jetzigen Beobachtungen nach aus wahrem Bindegewebe besteht.

Es ist nach funfzigstündiger Einwirkung von concentrirter Kalilauge zu einem formlosen Gewebe geworden. Die hier und da hervorstehenden dünnen Fäserchen gleichen einer Perlenschnur, welche durch Aneinanderreihung in regelmäßigen Entfernungen liegender Kügelchen gebildet ist (Fig. 125). Kali

daß jene Fibern zuerst vollkommen entwickelte Zellen gewesen sind; er glaubt vielmehr, daß die mit dem leimgebenden Gewebe so innig verwebten elastischen Fasern aus dem Zellenkerne gebildet werden, während aus der unvollkommen entwickelten Zelle, wozu der Kern gehört, ein Bündel des Bindegewebes entsteht. Die Vorstellung, wenn sie der Wirklichkeit entspricht, erklärt sehr schön und einfach den genauen Zusammenhang, in welchem die Fibern des leimgebenden und des elastischen Gewebes stehen. Ich selbst habe keine Beobachtungen darüber angestellt.

Der gewöhnlichen Ansicht, daß das Bindegewebe unter den gefäßhaltigen Geweben den letzten Platz einnimmt, weil es an den Funktionen des thierischen Organismus den geringsten Antheil habe, läßt sich die Erfahrung gegenüberstellen, daß es sich bei Verlust an Substanz sehr schnell reproducirt. Eine solche rasche Wiederbildung im krankhaften Zustande läßt auf eine große Thätigkeit im normalen Zustande schließen, eine Wiederbildung, welche noch viel schneller erfolgt, als man allgemein glaubt. Es nimmt sogar die Stelle vieler anderen Gewebe ein, wenn diese zerstört sind, und reproducirt sich daher schneller als letztere. Damit sind übrigens nicht die Pseudomembranen der serösen Häute zu verwechseln, welche auf einer gewissen Stufe der Entwickelung aus Proteinbioxyd zu bestehen scheinen *).

Wir haben bereits gesehen, daß das leimgebende Gewebe kein ursprüngliches ist, denn die Haut des Fötus giebt keinen Leim; die Fasern derselben sind nach vierundzwanzigstündigem

---

hat also auf die verschiedenen Theile der Faser ungleichmäßig eingewirkt, weshalb sich einige der um die anderen herumliegenden Theile leichter, andere derselben viel schwieriger auflösen. Jene Fasern verschwinden größtentheils nach Zusatz von Wasser, und es bleiben die Theile der Fibern, welche sich anfangs als Körnchen darstellten, von der übrigen Masse abgelöst und mit einander gemengt übrig. Durch Zusatz von concentrirter Essigsäure schrumpfen sie zusammen, ein Beweis, daß noch Fasern darin zurückgeblieben sind.

In dem ligamentum scheinen also zweierlei Stoffe vorzukommen, weshalb dasselbe näher untersucht zu werden verdient. (Donders und M.)

*) Scheikundige Onderz. Deel I, p. 557.

Kochen noch unaufgelöst; die aufgelöste Substanz wird Pyin genannt und ist, ihren Eigenschaften nach zu urtheilen, Proteintritoxyd, oder die nämliche Verbindung, welche im Eiter vorkommt *); das Ungelöste besteht wahrscheinlich aus elastischem Gewebe. Im Knochengewebe ist zuerst Chondrin enthalten, ehe sich daraus leimgebendes Gewebe erzeugt. (Siehe unten Knochengewebe.)

Die Substanz, woraus sich das Bindegewebe in der Frucht entwickelt, scheint also Proteinoxyd zu sein, und diese Bildung dauert wahrscheinlich während des ganzen Lebens in der Reproduction des resorbirten Bindegewebes fort; aber auf welche Weise dies geschieht, ist unbekannt. Denn es läßt sich die Zusammensetzung des Proteinoxyds und Leims **) noch in keinen Zusammenhang bringen, selbst dann nicht, wenn wir geradezu den Elementen von Proteintritoxyd Stickstoff hinzuzählen und Wasser abziehen wollen, noch wenn wir auf irgend eine andere willkürliche Weise die Relation beider anzudeuten versuchen. Wir haben noch nicht gelernt, aus Protein Leim darzustellen, und bis dies gelingt, bleibt uns auch die Umsetzung im thierischen Organismus unbekannt. Wir sind also noch ganz in Ungewißheit sowohl über die Entstehung leimgebender Stoffe — und damit auch über die Entstehung des daraus gebildeten genannten Gewebe — als auch über das Cytoblastema, oder die zellenbildende Substanz, woraus Bindegewebe entsteht.

Das Vorkommen des elastischen Gewebes in allen leimgebenden Geweben in größerer oder geringerer Menge verdient nicht allein hinsichtlich der Struktur und der Beschaffenheit derselben, sondern auch in Rücksicht auf ihre Entstehung besondere

*) Siehe von Bibra, chemische Untersuchung verschiedener Eiterarten, Berlin, 1842, S. 14 und 230, und Bulletin 1839, p. 406. Scheik. Onderz. Deel I, 572.

**)

| | Proteintritoxyd. | | Gelatina. | |
|---|---|---|---|---|
| C | 40 | 51,45 | 13 | 50,37 |
| H | 64 | 6,72 | 20 | 6,33 |
| N | 10 | 14,90 | 4 | 17,95 |
| O | 16 | 26,93 | 5 | 25,36 |

Aufmerksamkeit. Die innige Verwebung der Fasern des Binde- und elastischen Gewebes, die Umschlingung der ersteren durch die letzteren deuten auf einen gemeinsamen Ursprung derselben hin. Doch unterscheiden sie sich wesentlich durch ihre chemische Natur. Wir werden später das elastische Gewebe als eine Verbindung von $C_{52}$ $H_{80}$ $N_{14}$ $O_{14}$ kennen lernen, während das leimgebende Gewebe aus $C_{13}$ $H_{20}$ $N_4$ $O_5$ besteht, oder damit polymerisch ist.

Wir haben bereits (S. 582) auf den genauen Zusammenhang zwischen den Fasern des Binde- und elastischen Gewebes aufmerksam gemacht. Die Verschiedenheit ihrer chemischen Zusammensetzung lehrt, daß sie nicht einerlei Ursprungs sind. Wenn wirklich, wie Henle meint, die Fiber des leimgebenden Gewebes aus der unvollkommnen Zellenwand, und die des elastischen Gewebes aus dem Kerne jener unvollkommnen Zelle gebildet wird, so muß offenbar die Bildung der einen die der anderen unterstützen. Die chemische Thätigkeit, welche von dem Kerne ausgeht, wenn daraus eine Fiber des elastischen Gewebes wird, ist der Bildung von Fasern des leimgebenden Gewebes behülflich, und umgekehrt; denn beide Metamorphosen finden in gegenseitiger unmittelbarer Nähe und in denselben Elementarorganen Statt und laufen auf Erzeugung chemisch verschiedener Produkte hinaus.

Jede Erklärung der Entstehungsweise dieser beiden Gewebe aus der Ernährungsflüssigkeit bleibt indessen für jetzt noch fruchtlos.

Wenn wir als ausgemacht annehmen dürfen, daß das Bindegewebe nicht primitiv, sondern ein sekundäres Gewebe ist, so ist damit zugleich bewiesen, daß Leim nicht, wie Liebig meint*), zur Bildung von Zellen und Membranen dienen kann. Wir kennen im ganzen Organismus keine einzige Zelle, welche aus Bindegewebe besteht, und da die Membranen sekundäre Produkte sind, so können sie unmöglich direkt aus Gelatina ent-

*) Thierchemie, 2te Aufl., S. 89 und 90.

stehen. Da andererseits die genossene Gallerte auch nicht in den Fäces, noch im Urin unverändert wiedergefunden wird, so muß sie offenbar zu anderen Zwecken verwandt werden.

Die Relation, in welcher, wie wir Seite 336 gesehen haben, zwei extractartige Stoffe, die unter dem Einflusse von Alkalien aus Protein entstehen, und Leim zu einander stehen, verbreitet einiges Licht über die Entstehungsweise des letzteren. Jedenfalls kann der Leim geformte Bestandtheile des Organismus nicht direct zusammensetzen, sondern wird allenfalls nur im statu nascenti dazu befähigt sein. Wäre der in den Speisen genossene Leim wirklich im Stande Zellen zu bilden, so würde man ihn für eines der wesentlichsten Nahrungsmittel halten müssen; denn Zellen machen den größten Theil der ursprünglichen festen Stoffe des Körpers aus. Nicht in diesem Sinne lassen wir also die Gelatina als Nahrungsmittel gelten. Aber ihre Gegenwart im Blute, wohin sie durch den Genuß von Fleischsuppen u. s. w. gelangt ist, macht die Herstellung des im Organismus verbreiteten leimgebenden Gewebes überflüssig oder weniger nothwendig; je mehr leimgebendes Gewebe in auflöslicher Form als Nahrungsstoff dem Körper dargeboten wird, desto weniger Bindegewebe wird reproducirt.

Wenngleich daher die Gallerte nicht zur Zellenbildung verwandt werden kann, so ist sie aus obigem Grunde doch eine nährende Substanz zu nennen. Bei der Auszehrung unterstützt sie deshalb indirect die Wiederbildung des verlorenen Bindegewebes und macht, bei Abnahme der Körperkräfte mit anderen Speisen genossen, die Nahrung darum besser und kräftiger, weil ihr Vorhandensein im Blute die Herstellung jenes Bindegewebes einschränkt. Immer ist daher die Wirkung der Gelatina eine indirecte. (Siehe Ernährung.)

Sehr viele plattenförmige, aus Bindegewebe entstandene Hüllen, welche seröse Häute genannt werden, sondern im normalen Zustande eine Flüssigkeit ab, welche sich in gewissen Krankheiten bedeutend anhäuft. Man findet sie bei der Bauch-, Brust-

und Gehirnwassersucht. Die Zusammensetzung dieser Flüssigkeit ist verschieden je nach den Häuten, welche sie absondern. Man hat bis jetzt nur das krankhafte Produkt untersucht. Ich gebe hier eine Analyse von Berzelius vom Wasser aus dem Gehirne:

| | |
|---|---|
| Albumin . . . . . . . . . . . . . . | 1,66 |
| In Alkohol lösliche Stoffe mit milchsaurem Natron | 2,32 |
| Chlornatrium und Chlorkalium . . . . . . | 7,09 |
| Kohlensaures Natron . . . . . . . . . . . | 0,28 |
| In Alkohol unlösliche organische Materien . . . | 0,26 |
| Phosphorsaure Erdsalze . . . . . . . . . | 0,09 |
| Wasser . . . . . . . . . . . . . . . | 988,30 |

Ich habe gleiche Resultate erhalten (Berzelius, Bd. 9, S. 198).

Zuweilen kommt noch viel mehr Albumin darin vor, und der Gehalt an dieser Substanz kommt mitunter der Menge des im Blutserum enthaltenen Albumins sehr nahe. Marchand hat im Serum aus der Bauchhöhle Harnstoff gefunden.

Jenes Serum kann daher als verdünntes Blutserum betrachtet werden. Auch stimmt die relative Menge der Salze ganz mit denen des Blutwassers überein; nur der Albumingehalt ist durchgehends kleiner. Bis jetzt ist noch unbekannt, wodurch diese Substanz zurückgehalten wird, wenn die wässrige Flüssigkeit des Blutserums ausschwitzt; aber es verdient diese Thatsache weiter verfolgt zu werden.

Jedenfalls ist die Ansammlung jenes Serums im krankhaften Zustande des Körpers Folge einer Ausschwitzung der Ernährungsflüssigkeit, und es ist unwahrscheinlich, daß es bei normaler Beschaffenheit des Organismus dieselbe Zusammensetzung hat. Es ist vermuthlich im gesunden Körper viel concentrirter; doch ist seine Zusammensetzung noch unbekannt.

Auf den serösen Häuten kommt noch ein einfaches plattenförmiges Epithelium vor, wovon schon S. 545 die Rede gewesen ist. Dieses wird bei Entzündungen rasch abgestoßen, wo-

durch die Ausschwitzung einer größeren Menge Flüssigkeit von anderer Zusammensetzung als im gewöhnlichen Serum genügende Erklärung findet.

## Elastisches Gewebe.

Was man im thierischen Organismus elastisches Gewebe nennt, ist ein allgemein verbreitetes, fadiges, sehr biegsames Gewebe, welches bald fast ganz rein vorkommt, bald mit Bindegewebe oder anderen elementaren Formen gemengt ist. Es besteht entweder aus reinen Fasern, wie im ligamentum vocale inferius (Fig. 132); oder aus Fasern mit ausspringenden, gekräuselten Verzweigungen, wie in den ligamentis flavis der Wirbel (Fig. 131); oder aus Fasern mit Zweigen, welche wieder verschmelzen und ein sehr dichtes anastomosirendes Gefäßnetz darstellen, wie in der elastischen Bekleidung der Schlagadern; oder endlich die Ausbreitung und Verbindung der Fibern ist so mannichfaltig, daß sie eine Art dünnes Häutchen bilden, welches den Namen elastische Haut vollkommen verdient, wie in der mittelsten Haut der Arterien und Venen (siehe weiter unten).

Besonders die sich verzweigenden Fasern sind in dem Organismus sehr verbreitet und machen einen Hauptbestandtheil desselben aus *).

*) Ein Längsdurchschnitt des Nackenbandes einer Kuh zeigt parallele Fasern, welche in Essigsäure kaum aus einander weichen (Fig. 126). Die einzelnen Fasern sind mitunter rauh von anhängendem Bindemittel (Fig. 127), welches durch Kali aufgelös't wird. Die Isolirung derselben wird dadurch sehr erleichtert (Fig. 128).

Nach vierundzwanzigstündiger Einwirkung von Kali sieht man schöne elastische Fasern, etwas dünner als im normalen Zustande, welche Verzweigungen besitzen (Fig. 128) und leicht zu isoliren sind.

Der Querschnitt zeigt runde, mehr oder weniger ovale oder eckige Durchschnitte der elastischen Fasern von verschiedener Größe, welche sehr dicht neben einander liegen, mit sehr wenig Bindemittel versehen sind und in Essigsäure kaum ein wenig von einander weichen (Fig. 129).

Ein Nackenband, welches mehrere Tage in Kalilauge gelegen hat, er-

Die Menge der Fasern des elastischen Gewebes, welche mit verschiedenen anderen Elementarformen vorkommen, ist sehr verschieden. In dem Bindegewebe z. B., wo sie niemals, selbst nicht in demjenigen fehlen, welches die Primitivbündel der Nerven vereinigt, häufen sie sich bisweilen in dem Grade an, daß sie ungefähr die Hälfte der ganzen Masse ausmachen, z. B. in der fascia lata der Oberschenkel, welche wir mit ebenso viel Recht

---

scheint dem unbewaffneten Auge gallertartig und ist, einige dicke weiße Bündel ausgenommen, stark durchscheinend. Unter dem Mikroskop sieht man in der gallertartigen Substanz nur einzelne Kügelchen. In den weißen Bündeln findet man übrigens viele elastische Fasern, die alle scharf begrenzt sind (Fig. 130), und außerdem noch große runde Klumpen, welche aus einer körnigen Substanz bestehen. Letztere wird nicht von Wasser aufgelös't.

Eine gesättigte Kalilauge; welche mit reichlich vier Theilen Wasser verdünnt ist, läßt nach sechsmonatlicher Einwirkung auf ein Nackenband einen Theil desselben ungelös't. Derselbe erscheint unter dem Mikroskop als kleine feine Fasern von elastischem Gewebe.

Concentrirte Schwefelsäure hat es nach sechs Monaten mit brauner Farbe aufgelös't.

In concentrirter Salpetersäure bleibt es zum Theil ungelös't.

In Essigsäure unverändert.

In Salzsäure ist es mit brauner Farbe löslich.

Gelbes Band eines einundzwanzigjährigen männlichen Individuums. Parallel der Oberfläche zeigt sich ein Netz dicht verwebter, sich verzweigender. platter Fasern des elastischen Gewebes, mit ein wenig Zellgewebe untermengt. Die Fibern des elastischen Gewebes bleiben in Essigsäure unverändert und bilden ein Netz zusammenhängender Fäden, die eine helle Substanz einschließen (Fig. 131 a).

Die Fasern, von oben nach unten quer durchschnitten, weichen von einander, und es kommt eine durchscheinende, angeschwollene, zwischen den Fasern liegende Substanz zum Vorschein, welche durch Essigsäure angeschwollenes Bindegewebe ist. Es besitzt keine eigenthümliche Gestalt, sondern füllt formlos die Zwischenräume der Fasern des elastischen Gewebes aus. Auf Zusatz von Kali ziehen sich die Fasern des elastischen Gewebes wieder zusammen; das Bindemittel verhält sich demnach wie Bindegewebe.

Nach achtundvierzigstündiger Einwirkung von concentrirter Kalilauge ist keine Veränderung wahrzunehmen. Auf Zusatz von Wasser weichen die elastischen Fasern aus einander, in Folge der Ausdehnung des eingeschlossenen Bindegewebes, und einzelne derselben lösen sich selbst ganz ab.

Die übrig gebliebenen elastischen Fasern haben trotz der Einwirkung des Kalis ihre Elasticität beibehalten. Sie werden nach Neutralisation des Kalis mit Essigsäure durch Zusatz von Jodtinktur sehr stark gefärbt.

Der Querdurchschnitt (Fig. 131 b) mit Essigsäure behandelt. Die elastischen Fasern, deren Durchschnitte mehr oder weniger oval oder eckig sind, weichen bedeutend aus einander und nähern sich wieder durch Zusatz von Ammoniak (Donders und M.)

als aus elastischem Gewebe zusammengesetzt betrachten können, als wir es dem Bindegewebe zurechnen.

Wir kennen einige Gewebe, welche fast ausschließlich aus elastischem Gewebe bestehen, die aber demungeachtet unter sich gewisse Verschiedenheiten darbieten. Diese Abweichungen werden durch geringe Beimengungen anderer elementarer Formen, namentlich von Bindegewebsfasern, hervorgebracht, welche beim Kochen Leim geben. Wo das elastische Gewebe vorkommt, ist sein chemischer Charakter stets derselbe, in den gelben Bändern sowohl, wie in dem Nackenbande und anderen Organen; und die Beobachtungen von Eulenberg über die Eigenschaft des Nackenbandes, Leim zu geben, und Valentin's Angaben über die Löslichkeit des elastischen Gewebes der inneren Lage des Brustfells beruhen offenbar auf einer Verwechselung desselben mit Fasern des Bindegewebes. Das elastische Gewebe verdient noch um so mehr unsere Aufmerksamkeit, als wir finden, daß daraus die Kernfasern von Henle bestehen, und daß die Kerne, welche in so vielen Elementarformen beobachtet sind, dem elastischen Gewebe zugerechnet werden müssen. Denn sie verhalten sich in vielen Beziehungen diesem Gewebe gleich. (Siehe S. 539.)

Die allgemeinen Eigenschaften des elastischen Gewebes sind folgende: es giebt, mit Wasser gekocht, keinen Leim; nach vierzigstündigem Kochen sind die Fasern unverändert. Es widersteht der Einwirkung heißer concentrirter Essigsäure hartnäckig und lös't sich erst nach tagelangem Kochen langsam darin auf. Bei gewöhnlicher Temperatur erhält es sich in concentrirter Essigsäure unverändert. In mit ein wenig Wasser verdünnter Salzsäure lös't es sich durch gelindes Erwärmen auf. Die Lösung, mit Ammoniak neutralisirt, giebt eine organische Verbindung, welche in Alkohol und Wasser auflöslich ist. Salpetersäure zersetzt elastisches Gewebe und erzeugt Xanthoproteinsäure. Eine mäßig starke Kalilauge löst es aber erst nach vielen Tagen vollständig auf und erzeugt damit eine durchsichtige gallertartige Masse. Die Schwerlöslichkeit des elastischen Gewebes in con-

centrirter Essigsäure und Kali läßt sich benutzen, um es rein zu erhalten.

Es ist in dem Nackenbande der Kuh in großer Menge vorhanden, und hier nur mit einigen wenigen Fasern des Bindegewebes durchwebt und außerdem noch von Ernährungsflüssigkeit durchdrungen.

Wenn man ein solches Nackenband trocknet und raspelt, so läßt sich daraus durch spätere successive Behandlung mit Kali, Essigsäure, Wasser, Alkohol und Aether vollkommen reines elastisches Gewebe darstellen, reiner, als irgend eine andere Elementarform zu erhalten ist.

Die so gereinigte Substanz besitzt nach den Analysen von J. W. R. Tilanus die Zusammensetzung: $C_{52} H_{80} N_{14} O_{14}$, eine Formel, welche sowohl aus den Analysen des reinen Gewebes hergeleitet ist, als auch aus der Verbindung, die es mit Chlor eingeht, und welche durch die Formel:

$$C_{52} H_{80} N_{14} O_{14} Cl_2 \text{*)}$$

ausgedrückt werden kann.

---

*) Elastisches Gewebe des Nackenbandes, bloß mit kaltem Wasser, Alkohol und Aether ausgezogen:

| | | |
|---|---|---|
| C | 54,90 | 54,39 |
| H | 7,25 | 7,28 |
| N | 17,52 | 17,30 |
| O | 19,97 | 20,72 |
| S | 0,36 | 0,31 |

Dasselbe enthält noch etwas Bindegewebe.

Mit Essigsäure, Wasser, Alkohol und Aether ausgezogen:

| | gef. | At. | ber. |
|---|---|---|---|
| C | 55,65 | 52 | 55,88 |
| H | 7,41 | 80 | 7,02 |
| N | 17,74 | 14 | 17,42 |
| O | 19,20 | 14 | 19,68 |

Die Chlorverbindung hat folgende Zahlen gegeben.

| | gef. | At. | ber. |
|---|---|---|---|
| C | 51,55 | 52 | 52,43 |
| H | 6,64 | 80 | 6,62 |
| N | 15,94 | 14 | 16,67 |
| O | 19,93 | 14 | 18,43 |
| Cl | 5,94 | 2 | 5,85. |

Sie ist indessen nicht die einzige, welche man erhalten kann. Siehe Scheik. onderz. D. III.

Zwischen dem leimgebenden und elastischen Gewebe finden einige Beziehungen Statt, welche beachtet zu werden verdienen. Unter den Chlorverbindungen des leimgebenden Gewebes ist nämlich eine, worin chlorige Säure ($Cl_2 O_3$) verbunden ist mit

$$4 \times (C_{13} H_{20} N_4 O_5) = C_{52} H_{80} N_{16} O_{20},$$

womit ebenfalls Leimhydrat, oder die Substanz, welche durch längeres Kochen aus Leim erhalten wird, übereinstimmt. Elastisches Gewebe, $C_{52} H_{80} N_{14} O_{14}$ unterscheidet sich demnach von vier Aequivalenten Leim bloß durch $N_2 O_6$. Es ist also eine gewisse Verwandtschaft des leimgebenden und elastischen Gewebes nicht zu verkennen; aber wir können gegenwärtig nicht mehr thun, als diesen Zusammenhang andeuten. (Siehe S. 588.)

Die folgenden Theile des thierischen Körpers, welche übrigens alle eine größere oder geringere Menge der Fasern des Bindegewebes enthalten, werden gegenwärtig dem elastischen Gewebe zugerechnet: Das Nackenband des Hornviehs, von allen wahrscheinlich das reinste elastische Gewebe; die gelben Bänder der Wirbelsäule: die Bänder, welche die Knorpel des Kehlkopfes, der Luftröhre und der Bronchien unter einander vereinigen und am Zungenbein haften; die elastische Bekleidung der Arterien und Venen; die anderen Häute der Arterien und Venen, welche alle im größeren oder geringeren Maaße mit Bindegewebe (circuläres mit willkührlich nicht beweglichen Muskelfasern) durchmengt sind; die äußere Schicht der Fasern der Speiseröhre, wodurch diese mit dem Kehlkopfe und der Luftröhre verbunden ist. Die serösen Membranen, namentlich das peritonaeum, besitzen an manchen Stellen eine Schicht elastisches Gewebe, welches die seröse Haut mit den darunterliegenden Theilen verbindet. Solche Lagen findet man zwischen dem peritonaeum und dem schwertförmigen Knorpel, zwischen ersterem und der Blase, dünner auf den Eingeweiden, nicht auf der Nieren und der Leber. Sie kommen ebenfalls unter der pleura an der Brustseite, nicht auf den Lungen und dem Herzen vor. Auch

die Haut findet man mit elastischen Fasern durchwebt. Endlich trifft man elastische Fasern zwischen den Knorpelkörperchen des elastischen Knorpelgewebes an.

Aus diesem allen geht hervor, daß das elastische Gewebe dem Bindegewebe genetisch sehr nahe verwandt ist.

## Knorpelgewebe.

Feste, biegsame, mehr oder weniger elastische Theile des Organismus mit einem geringen Gehalte an unorganischen Stoffen und zelliger oder faseriger Struktur nennt man Knorpel. Sie unterscheiden sich, je nachdem die Zellen in einem strukturlosen Grunde liegen, oder von Fasern eingeschlossen sind. Erstere sind weiß, mehr oder weniger bläulich; die letzteren gelblich. Wo die Zellen in einer formlosen Masse liegen, heißen die Knorpel wahre Knorpel, wo Fasern den Grund bilden, Faserknorpel. Von letzteren müssen wieder zwei Arten unterschieden werden, diejenigen nämlich, welche elastische Fasern besitzen, und die wir elastische Knorpel nennen wollen, und eine zweite Art, wofür wir den Namen Faserknorpel beibehalten wollen. Die Hauptmasse der Fasern ist hier eine andere, als elastisches Gewebe.

Wahre Knorpel sind die Rippenknorpel, der schwertförmige Knorpel des Brustbeins, die bekleidenden Gelenkknorpel, die der Nase und fast alle, welche den Respirationswerkzeugen angehören. Zu den elastischen Knorpeln gehören die epiglottis, die des Ohres, und die bekleidenden Knorpel des Unterkiefergelenks; zu den fasrigen die synchondroses, die Zwischenwirbelknorpel und verschiedene Gelenkknorpel.

Die wahren Knorpel bestehen aus einer formlosen oder feinkörnigen Substanz mit bedeutend großen Höhlungen (Fig. 133 und 134), welche von einer durchsichtigen Masse gefüllt sind, worin man kleine, hier und da mit einem oder zwei Kernen versehene Bläschen antrifft. Betrachtet man jene hohlen Räume

als Zellen, so hat man ein vollständiges Bild reiner endogener Zellenbildung. Oft sieht man vier solcher Zellen regelmäßig dicht an einander gelagert, oft nur zwei oder drei, welche zu einer Höhlung gehören. Der Zellenkern kommt in verschiedenen Formen vor, mitunter ohne Kernkörperchen; bisweilen sind die Zellen anstatt der Kerne mit Fettzellchen versehen.

An der Oberfläche der wahren Knorpel liegen die genannten hohlen Räume dicht auf einander (Fig. 133), und in viel größerer Anzahl, als weiter nach innen (Fig. 134).

Jene Knorpel bestehen größtentheils aus chondringebender Substanz, wofür wir S. 340 die Formel:

$$10\,(C_{32}H_{52}N_8O_{14})\,S$$

gegeben haben. Die Zusammensetzung der ganzen Masse ist also der des Chondrins, welches durch mehrstündiges Kochen daraus erhalten wird (S. 340), gleich; doch kann sie unmöglich absolut dieselbe sein. Beim Kochen lösen sich nämlich die Kerne viel langsamer auf und machen die Flüssigkeit trübe; erst wenn man sie abfiltrirt, bekommt man eine klare Auflösung. Wenn daher die Analysen der Rippenknorpel und des daraus erhaltenen Chondrins (S. 341) für beide gleiche Zusammensetzung geben, so sehen wir daraus abermals, daß die Genauigkeit der Elementaranalyse hier nicht mehr ausreicht.

Was das Chondrin selbst anbelangt, so halte ich dies für einen eigenthümlichen chemischen Körper, insofern es durch Auflösung der körnigen Grundmasse allein erhalten ist; da sich diese beim Kochen der Knorpel zuerst auflöst, so enthält das erste Dekokt vielleicht Chondrin als chemisch reine Verbindung. Durch länger fortgesetztes Kochen lösen sich auch die Zellenwände auf, und dann muß die Flüssigkeit andere Stoffe enthalten. Es wäre zum wenigsten sehr auffallend und befremdend, wenn die körnige Grundmasse, die Zellenwand und der Zelleninhalt der Knorpel genau dieselbe Zusammensetzung hätten *).

---

*) Verschiedene Reagentien schlagen nur einen Theil jener Stoffe nieder,

Wenn man Knorpel kocht, so verschwindet zuerst die Intercellularsubstanz, mag sie fasrig sein, oder nicht. Man findet dann Kerne, deren manche noch von Zellen eingeschlossen sind, in der Flüssigkeit schwimmend. Alles, was körnig ist, bleibt lange Zeit unverändert. — Rippenknorpel, deren Intercellularsubstanz größtentheils fasriger Natur war, wurden 48 Stunden lang gekocht, die Flüssigkeit mehrmals abgegossen, nach wiederholtem Abgießen von dem Bodensatze (Filtriren glückte nicht) eingedampft und mit Aether und Alkohol ausgezogen. Ein kleiner Theil dieser ätherischen Auflösung wurde zweimal nach einander filtrirt; demungeachtet waren immer noch Kerne und Körnchen, selbst einzelne Zellen unter dem Mikroskop darin sichtbar. Eine Kohlenstoff- und Wasserstoffbestimmung von solchem Chondrin gab genau die Zusammensetzung desselben; die nämlichen Resultate wurden bei der Analyse des Knorpels erhalten. Ich vermuthe, daß in allem bis jetzt analysirten Chondrin mikroskopisch kleine fremdartige Theile vorhanden waren.

Ein Theil des nach 48stündigem Kochen ungelöst gebliebenen Rückstandes wurde auf's Neue eben so lange gekocht, wobei beinahe nichts mehr für das bloße Auge sichtbar übrig blieb. Unter dem Mikroskop sah man aber noch eine große Anzahl sehr feiner unveränderter Körnchen, granulöser Kerne und Zellen von ebenfalls körniger Beschaffenheit. Diese scheinen also dem kochenden Wasser ganz zu widerstehen.

Man findet außerdem noch kleine, mit bloßem Auge sichtbare Partikelchen, die eine strukturlose Masse enthalten, worin viele granulöse Kerne liegen.

Jene Flüssigkeit verhält sich gegen alle Reagentien ganz wie Chondrin. (Donders.)

Das Chondrin, selbst die klar filtrirte Auflösung, enthält eine bedeutende Menge Kalk- und anderer Salze, deren Gehalt gegen 3,5 % beträgt.

---

z. B. Platinchlorid, es fehlt also nicht an Mitteln, die Scheidung zu bewirken.

Es ist wahrscheinlich, daß jene Knorpeln aus Proteintritoxyd gebildet und also geradezu aus den Bestandtheilen des Blutes producirt werden (siehe S. 326).

Manche der wahren Knorpel können im Verlaufe des Lebens ganz oder zum Theil in Faserknorpel übergehen. Man bemerkt alsdann darin meistens sehr glänzende Streifen (Fig. 136, i), welche bei mikroskopischer Untersuchung als gerade oder leicht gekräuselte Fasern erscheinen, die unter einander parallel laufen und sich in den Rippenknorpeln in der Richtung des Durchmessers derselben verbreiten (Fig. 134, 4). Mit jener Veränderung stehen zwei andere in Verbindung. Einmal verschwinden die Zellenkerne, und an ihre Stelle treten die genannten Fettzellen (Fig. 135, c), und zweitens sind es eben diese fasrig werdenden Knorpel, welche im späteren Alter verknöchern.

Obschon jene Knorpel keine Blutgefäße enthalten sollen, so hat mir Dr. Donders doch mehrere Male in Rippenknorpeln von Individuen unter 30 Jahren deutlich wahrnehmbare Blutgefäße gezeigt.

Ich theile über die wahren Knorpel die untenstehenden Beobachtungen mit *), denen ich hier die Folgerung entnehme,

---

*) Rippenknorpel eines jungen zweiundzwanzigjährigen Individuums.

Eine feinkörnige, hier und da fasrige Grundmasse mit Körperchen von sehr durchsichtiger Substanz macht den Hauptbestandtheil derselben aus. Jene Körperchen besitzen verschiedene Gestalt, je nachdem man einen äußeren oder einen mehr in der Mitte des Knorpels liegenden Theil untersucht. Im letzten Falle erscheinen sie rundlich, zuweilen dreieckig, wobei je zwei und zwei mit ihrer platten Seite einander zugekehrt liegen (Fig. 133, 1). Nach außen zu sind sie mehr verlängert (Fig. 135 a) und weder dreieckig, noch rundlich; sie liegen daselbst in Längenreihen (Fig. 133, 2). In der Mitte sind sie größer und liegen unregelmäßig meist weiter aus einander (Fig. 134). Je näher der Außenseite, um so kleiner und zahlreicher werden sie.

Man findet in den Körperchen eine, oder meistens mehrere Zellen (1) von rundlicher, eckiger oder länglicher Gestalt, die ein etwas dunkleres Ansehen haben als die übrige Substanz, welche sich durch ihre Klarheit von der Grundmasse unterscheidet.

In den länglichen Körperchen liegen gewöhnlich zwei bis vier Zellen in ein und derselben Reihe (2). In den mehr rundlichen Knorpelkörperchen kehren die Zellen in verschiedenen Richtungen einander ihre breitere Basis zu (Fig. 135, b).

daß außer Fettzellen und Gefäßen vier Stoffe darin zu unterscheiden sind, nämlich: Zellenwände, die sich schwierig in Kali

---

Außer Zellen findet man darin noch feine Körnchen, einzelne Kerne (b, 1) und Fettkügelchen (c, 1).

In dem genannten Knorpel enthält in der Regel jede Zelle ein einzelnes größeres Fettkügelchen (c, 2) und außerdem zuweilen noch mehrere kleinere und feine Körnchen. Nach seiner Mitte zu sind die Fettkügelchen sowohl am größten, als auch in größter Menge vorhanden.

Die Zellen nehmen den mittleren Theil der Knorpelkörperchen ein, wo ein weißer Saum sie begrenzt, der durch nichts Besonderes charakterisirt ist, und welcher unmittelbar an die übrige körnige oder fasrige Masse des Knorpelgewebes grenzt.

In der Nähe der Außenfläche des Knorpels ist die Grundmasse zwischen den Knorpelkörperchen fast ganz strukturlos (Fig. 133), in etwas weiterer Entfernung von der Oberfläche wird sie feinkörnig und weniger durchsichtig (Fig. 134, 3) und hier und da fasrig (4). An einigen Stellen zeigen sich Fettkügelchen in der Zwischensubstanz (5).

Auf dem Querdurchschnitte der Rippenknorpel sieht man bei den meisten erwachsenen Individuen, etwa eine Linie von der Oberfläche entfernt, einen mehr oder weniger vollkommenen concentrischen Streifen von asbestartigem Aussehen; er ist sehr weich, und durch Druck läßt sich eine Flüssigkeit auspressen (Fig. 136, 1). Unter dem Mikroskop betrachtet, besteht jene Substanz aus feinen, meistens parallel laufenden Fasern, zwischen denen nur einzelne, doch große, meist längliche und mit vielen Zellen versehene Knorpelkörperchen vorkommen. Diese Fasern laufen in der Richtung des Diameters des Knorpels und sind meistens gradlinig oder schwach gekräuselt (Fig. 134, 4).

Was innerhalb dieses Ringes liegt, enthält viel mehr Zellen als der äußere Theil, die hier oft mit vielen und großen Fettkügelchen versehen sind, und bildet hier und da den Grund zu einer blättrigen Masse, welche an die Lamellen des Knochengewebes erinnert, und worin die Begrenzung der Knorpelkörperchen viel weniger sichtbar ist; an einzelnen Stellen sind in der blättrigen Masse die Knorpelkörperchen mit Zellen nicht deutlich zu unterscheiden.

Ein senkrecht auf die Oberfläche geführter Längendurchschnitt des äußersten Theils läßt in der körnigen Masse Knorpelkörperchen von meist länglicher Form erblicken. Der Oberfläche parallel sind sie rundlich. Sie scheinen also scheibenförmig zu sein. Längs der Oberfläche des Knorpels, also in in zwei Richtungen erscheinen sie schmal, in der dritten Richtung rundlich.

Auf dem Längendurchschnitt des so eben erwähnten ringförmigen faserigen Theiles beobachtet man, daß dieser Ring einen durchlaufenden Kanal repräsentirt, einen ringförmigen Kanal, welcher den inneren und äußeren Theil von einander trennt.

In der inneren, innerhalb des fasrigen, viel loseren ringförmigen Theiles liegenden Masse trifft man auch auf dem Längsdurchschnitte hier und da dieselbe blätterige Struktur an, von welcher bereits die Rede war. Die Form der Zellen und alle übrigen Verhältnisse sind den obigen gleich.

Durch Behandlung mit Aether verschwinden die Fettkügelchen, und an ihrer Stelle bleiben zusammengeschrumpfte häutige Säckchen (die Fettzellenmembranen) zurück. (Fig. 135, d, 1). Alles Uebrige bleibt unverändert.

und Schwefelsäure auflösen; Zellenkerne, die allen Lösungsmitteln lange widerstehen; die Substanz, woraus die Knorpelkör-

Mit concentrirter Kalilauge behandelt, wandelt sich die Grundmasse in wenigen Stunden in eine homogene formlose Substanz um, worin nichts mehr erkennbar ist, während die Knorpelkörperchen sich aussondern und erst viel später auflösen.

In den Rippenknorpeln finden sich also Fasern, eine feinkörnige Substanz, Zellen mit ihren Kernen und Fettkügelchen, welche alle in einer durchscheinenden festen Masse liegen, also sechs verschiedene Substanzen, welche einen verschieden chemischen Charakter haben können. Ueber die blätterige Substanz sind wir nicht in's Reine gekommen.

Der Cartilago thyreoidea, cricoidea und arytaenoidea des Kehlkopfes verhält sich genau auf dieselbe Weise.

Nach vierstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge sind die Knorpelkörperchen (nachdem sie zuvor mit Aether ausgezogen waren) mit ihren hell durchscheinenden Rändern unsichtbar geworden, aber die darin liegenden Zellen sehr deutlich, die Fettkügelchen (durch den Aether) verschwunden; an derer Stelle ist die ganze Zelle mit körnigen Theilchen versehen, aus den Membranen der leeren Fettzellen gebildet. Die Grundmasse des Gewebes ist mehr blättrig geworden, aber von Auflösung ist noch nichts wahrzunehmen. Nach Zufügung von Wasser werden die Zellen ganz unkenntlich und das Ganze hat sich in eine formlose körnige Masse verwandelt. Durch Zusatz von mehr Wasser verschwindet jene Masse und löst sich auf einmal auf, während die Knorpelkörperchen isolirt in der Flüssigkeit schwimmen. Die Zellen mit den Kernen und Fettkügelchen sind darin noch deutlich zu unterscheiden.

Wenn also auch die Grundmasse eine einfache ist — was ihre Struktur nicht einmal vermuthen läßt — so bestehen die Rippenknorpel darum doch nicht aus einer homogenen Substanz, da wir eine ungleiche Auflöslichkeit der Grundmasse und der Knorpelkörperchen in dem nämlichen Lösungsmittel beobachten.

Concentrirte Schwefelsäure verhält sich auf gleiche Weise, insofern man darin isolirte Knorpelkörperchen erblickt (Fig. 137). Nach zweiundsiebzig Stunden sind alle Körperchen und selbst alle Zellen verschwunden, und man findet in der Säure, welche fast Alles aufgelöst hat, nur noch einige wenige feinkörnige Körperchen suspendirt.

Schwefelsäure mit einem Atom Hydratwasser färbt die Rippenknorpel braun. Dünne Lamellen sind nach vierstündigem Verweilen in dieser Säure geschwollen und gallertartig geworden. Unter dem Mikroskop ist nichts mehr gut zu unterscheiden. Durch Zusatz von Wasser löst sich die Grundsubstanz an der Außenseite des Körpers auf, und die Knorpelkörperchen oder die darin enthaltenen Zellen bewegen sich frei in der Flüssigkeit. Der durchsichtige Rand der Knorpelkörperchen verschwindet nach längerem Verweilen in der Säure, und die Zellen mit ihren Kernen bleiben allein übrig. Es lösen sich also in folgender Ordnung nach einander auf: die Grundmasse, der durchscheinende Rand der Knorpelkörperchen und die Zellen, welche am längsten widerstehen, aber nach längerer Einwirkung der Schwefelsäure ebenfalls verschwinden und nur feinkörnige Körperchen hinterlassen, die vorher darin enthalten waren.

Die concentrirte Schwefelsäure ist daher ganz geeignet, um die Natur des wahren Knorpels zu erforschen und die chemische Verschiedenheit der darin enthaltenen Stoffe zu veranschaulichen. Die oben genannten Fasern widerstehen der Einwirkung derselben länger, als die feinkörnige

perchen bestehen, und welche ebenfalls schwer löslich ist; endlich die Grundmasse oder die Substanz, welche zwischen den Knorpelkörperchen liegt, die theils körnig, theils fasrig ist und sich leicht in Kali und Schwefelsäure auflöst.

Der wahre Knorpel erfordert also chemischer Seits eine wiederholte Untersuchung.

Die Faserknorpel sind sehr elastische Theile des Organismus. Die Fasern, woraus fast die ganze Masse derselben besteht, sind in der Regel dick und rauh und laufen unter einander sehr genau parallel. Zwischen den Fasern liegen nur wenige Zellen, zuweilen einzelne Kerne. Die Zellen enthalten einen oder mehrere Kerne.

---

Grundmasse; sie schwellen auf und werden viel dicker. Sie stehen also hinsichtlich ihres Auflösungsvermögens in concentrirter, später mit Wasser verdünnter Schwefelsäure zwischen der körnigen Grundmasse und den durchscheinenden Theilen der Knorpelkörperchen in der Mitte.

Nach fünfstündigem Verweilen in concentrirter Essigsäure sind die durchsichtigen Ränder der Knorpelknörperchen verschwunden, die darin liegenden Zellen mit ihren Kernen dagegen sehr deutlich sichtbar. Die feinkörnige Grundsubstanz ist gleichfalls gut zu erkennen, so wie auch die oben erwähnten Fasern, welche durch ihr dunkles Ansehen deutlich hervortreten.

Zuvor mit Aether behandelte Stückchen verhalten sich genau auf dieselbe Weise, außer daß die in den Zellen liegenden Fettzellenmembrane, welche beim Ausziehen mit Aether zusammengefallen sind, in der Essigsäure wieder schwellen und sich runden.

Essigsäure löst also während 5 Stunden nichts von dem wahren Knorpelgewebe auf.

Aus Obigem ergiebt sich:

1) daß in wahrem Knorpelgewebe kein elastisches Gewebe vorkommt, von dem es sich durch die leichte Auflöslichkeit seiner Fasern in Kalilauge unterscheidet;

2) daß außer Fett und Fettzellen, Kernen und anderem Zelleninhalte, Zellenmembranen darin enthalten sind, welche sich schwierig in Kali und Schwefelsäure auflösen;

3) daß ferner eine Substanz darin vorkommt, woraus die Wände der Knorpelkörperchen bestehen, und die sich durch ihre geringere Löslichkeit in concentrirtem Kali und Schwefelsäure von dem Gewebe unterscheidet, worin jene Körperchen liegen;

4) daß es eine andere, im Kali und Schwefelsäure leicht lösliche Substanz enthält, welche die Grundmasse des Knorpelgewebes ausmacht, und die theils eine körnige, theils eine fasrige Beschaffenheit besitzt.

Was nun das Chondrin anlangt, so muß es, da wir es durch Zerkochen der Knorpel erhalten, offenbar ein Gemenge von verschiedenen Körpern sein. Wir kommen bei einer andern Gelegenheit darauf zurück. (Donders und M.)

Die chemische Zusammensetzung der Faserknorpel kann unmöglich einfach sein. Die Eigenschaft, beim Kochen Chondrin zu geben, scheint hauptsächlich den Zellen anzugehören; wenigstens stimmen die Reactionen derselben mit denen des Chondrins überein *). Der Gelenkknorpel des Kniegelenks, woraus Mül-

*) Zwischenwirbelknorpel der Lendenwirbel eines dreiundzwanzigjährigen Mannes; von der Außenseite und der breiten Oberfläche parallel entnommenes Stück. Die Grundmasse besteht aus Fasern, die gruppenweise bei einander liegen; an manchen Stellen sieht man nur eine Gruppe granulöser Substanz. Die Fasern laufen entweder parallel, bündelweise gruppirt, oder kreuzen sich in verschiedenen Richtungen, und sind hier und da mit Zellen von verschiedener Größe durchwebt, welche durchgehends mehr oder weniger in Reihen liegen und meistens mit einem Kerne versehen sind.. Mitunter finden sich auch bloße Zellenkerne mit durchsichtigem hellen Rande (Fig. 138, a).

Die verschiedenen Theile des nämlichen Gewebes zeigen eine große Verschiedenheit, die wohl darin ihren Grund haben mag, daß die in sich kreuzenden Richtungen verlaufenden Fasern in verschiedenem Sinne durchgeschnitten sind. Die Richtung der sich schneidenden Fasern nähert sich der senkrechten und bildet mit der Vertikalen einen bestimmten Winkel. Die Fasern liegen entweder in großer Menge neben einander, oder die Anzahl derselben ist geringer, und dann überwiegen die Zellen. Hier und da bilden sie große, von gebogenen Linien begrenzte Maschen. In den Maschen sind keine Elementarformen gut unterscheidbar.

In einem parallel dem Umfange von der Außenseite genommenen Stücke laufen die Fasern, bündelweise gruppirt, in Wellenlinien einander sehr parallel und besitzen sehr wenige Zellen oder Kerne; zwischen ihnen sieht man viele kleine dunkle Partikelchen, welche an Kernfasern erinnern.

An einem aus der Mitte genommenen Theile des Zwischenwirbelknorpels (Fig. 138, b), wo er weich und zart ist, sieht man im Wasser eine körnige Masse, mit schwach fasriger Struktur, und sehr deutlich im Wasser anschwellende Zellen, deren manche drei, andere nur zwei Kerne besitzen; die meisten enthalten jedoch nur einen gut markirten Kern.

Je näher man dem festen Theile jenes Knorpels kommt, um so deutlicher tritt die fasrige Struktur hervor.

Die weiche Masse wird durch Essigsäure wenig verändert, außer daß die Zellenkerne sichtbarer werden. Nach vierundzwanzigstündiger Einwirkung von concentrirter Essigsäure ist das Gewebe wenig verändert.

Ein von der Außenseite des Knorpels genommenes Stückchen war nach fünfzigstündigem Liegen in concentrirter Kalilauge formlos. Durch Zusatz von Wasser löst sich Alles auf, ausgenommen die Zellen mit ihren Kernen, und eine einzelne Gruppe feiner elastischer Fasern (des Bindegewebes, welches die Theile jenes Gewebes unter einander vereinigt?). Nach längerer Einwirkung des Wassers bleiben auch die Zellen nicht mehr übrig, sondern meistens nur ihre Kerne.

An einem aus dem mittelsten oder weichen Theile genommenen Stückchen ist nach funfzigstündigem Verweilen in Kalilauge nichts Bemerkenswerthes wahrzunehmen. Durch Zusatz von Wasser wird Alles, außer einigen wenigen Zellenkernen, schnell aufgelöst.

ler durch Kochen Leim erhalten hat, besteht aus Bindegewebe, mit Kernen durchwebt, und gehört nicht, wie er meint, zu den

---

In einem von der Außenseite genommenen Theile bringt concentrirte Essigsäure nicht die unmittelbare Anschwellung hervor, welche die Fasern des Bindegewebes erleiden. Die Fasern bleiben noch gut unterscheidbar, während die Zellen mit ihren Kernen deutlicher werden.

In einem von der Außenseite der Zwischenwirbelknorpel von den Lendenwirbeln eines jungen zweiundzwanzigjährigen Mannes genommenen Stückchen sieht man eine Menge mehr oder weniger gebogener, gut unterscheidbarer, unter einander parallel laufender starker Fasern, worin nichts Anderes vorkommt, was deutlich zu erkennen wäre. Jene Fasern sind in kleinen Abständen mit viel weniger durchscheinenden Theilen versehen.

Nach vierundzwanzigstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge sind die Fasern weniger deutlich, aber noch zu unterscheiden. Zusatz von Wasser macht sie augenblicklich verschwinden, als ob sie aufgelöst würden. Sie werden indessen nur vorübergehend gelatinös und dadurch unsichtbar; denn nach kurzer Zeit, wenn das Wasser länger eingewirkt hat, kommen sie wieder zum Vorschein; sie sind jetzt viel dicker und breiter, als vor der Einwirkung von Kali, und auch seitwärts in geringen Entfernungen unter einander vereinigt.

Durch vierstündige Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure färbt sich die Probe mehr oder weniger braun; die Fasern dehnen sich aus und werden gelatinös. Es scheint, als ob die Fasern in wohl begränzten Bündeln liegen. Nach Zusatz von Wasser erhält das Ganze ein weißliches Ansehen und scheint unter dem Mikroskop weniger durchsichtig; aber die anfänglich wahrgenommenen Fasern kommen nicht wieder deutlich zum Vorschein. Hier und da zeigen sich in der Richtung der früheren Fasern dunkle Theile, die auch zuvor schon zu sehen waren, und welche an die Kerne der Primitivbündel der Muskeln erinnern.

Nach fünfstündigem Verweilen in concentrirter Essigsäure sind, wie durch die Schwefelsäure, die Fasern zwar nicht verschwunden, doch weniger deutlich, die erwähnten Bündel dagegen sehr sichtbar. Es sind dicke Bündel, aus den ursprünglichen mehr oder weniger angeschwollenen Fasern gebildet. Hier und da sieht man schlangenförmig verlaufende, isolirte Theile von Fasern, die den Kernfasern gleich kommen.

An anderen Stellen fehlen die Bündel, man sieht dafür mehr die fasrige Form durchscheinen.

Wasser verändert das Ansehen nicht.

Zwischen jenen Bündeln finden sich ganze Zellenreihen in derselben Richtung, worin die Bündel verlaufen.

Aus dem obigen Verhalten ergiebt sich, daß die elastischen Knorpel zu den Zwischenwirbelknorpeln in gar keiner Beziehung stehen; daß vielmehr letztere ein besonderes Gewebe enthalten, welches zu Bündeln vereinigt und fasernartig ist. Wir haben dabei gesehen, daß dieser faserige Theil durch Schwefelsäure eine gelatinöse Beschaffenheit annimmt und durch Zusatz von Wasser seine ursprüngliche Gestalt nicht wieder erhält, wogegen die die Bündel scheidenden Theile unverändert bleiben; daß ferner noch Fasern von anderer Beschaffenheit darin vorkommen, welche sich in concentrirter Schwefelsäure unverändert erhalten, und die einige Aehnlichkeit mit den Kernfasern besitzen; endlich Knorpelzellen, und vielleicht einige wenige Bindegewebefasern. (Donders u. M.)

Faserknorpeln. Er ist etwas undurchsichtiger als Bindegewebe und wird auch durch Essigsäure nicht so durchscheinend als jenes.

---

Dr. Donders theilt über die Faserknorpeln noch Folgendes mit: Bei ihrer Entstehung ist allein der äußere Theil einigermaßen fest und hart; zwei Drittheile der innern Masse sind noch weich und nähern sich im Ansehen der Glasfeuchtigkeit des Auges.

Ich glaube die verschiedenen Entwickelungsperioden jenes Gewebes vor Augen zu haben, wenn ich dasselbe von der innern noch ganz weichen Masse bis zu den äußeren festen Theilen verfolge.

Der innere noch ganz flüssige Theil zeigt unbestimmte Gruppen, welche aus unregelmäßigen Zellen zu bestehen scheinen.

Sobald man Wasser hinzufügt, welches von den Zellen aufgenommen wird, kommen sie als rein sphärische, gegen einander gelagerte Zellen zum Vorschein (Fig. 139). Zwischen jenen Zellengruppen (a) bleibt hier und da noch ganz strukturloses Cytoblastema (b) übrig.

Jede dieser Zellen besitzt einen Kern, jeder Kern ein Kernkörperchen. Nie sind mehrere Kerne in einer Zelle enthalten. Einmal sah ich auf dem Rande einer solchen Gruppe einen Kern (1), welcher nicht von einer Zelle eingeschlossen war.

Weiter nach Außen liegen die Zellen mehr in Reihen geordnet, und die Intercellularsubstanz erhält ein granulöses oder fein fasriges Ansehen.

Bei vollkommener Ausbildung hat das Gewebe parallel der Richtung der Fasern eine regelmäßige Struktur; die Fasern laufen nämlich parallel, und dazwischen befinden sich in gleichmäßigen Entfernungen Reihen verlängerter Zellen, Kerne und Kernfasern (Fig. 140), welche die Faserbündel begrenzen.

Ich glaube hieraus folgern zu können, daß, bevor sich die cartilagines intervertebrales bilden, in einem strukturlosen Cytoblastema erst Kerne entstehen, und daß sich um jeden Kern sogleich eine Zelle erzeugt; daß jede Zelle selbstständig und nicht in einer andern Zelle gebildet wird; daß die meisten Zellen sich in bestimmter Richtung verlängern und sich so zu Reihen gruppiren, während die Intercellularsubstanz allmälig feinkörnig, später dünnfasrig wird; daß die Zellen zum größten Theile verschwinden und allein die Kerne übrig lassen, welche sich meist zu Kernfasern verlängern, wobei inzwischen das Gewebe immer mehr erhärtet.

Beim Kochen kleiner weicher Stückchen der Zwischenwirbelknorpel erhalten sie bald ein gallertartiges Ansehen. Schon nach fünf Stunden waren sie zum größten Theile gelöst; die filtrirte klare Flüssigkeit enthielt granulöse Kerne und nur wenige Zellen. In dem übriggebliebenen Theile der Stückchen konnte man kaum mehr die Fasern unterscheiden.

Größere Stücke der Zwischenwirbelknorpel waren selbst nach achtundvierzigstündigem Kochen noch nicht ganz gelöst. In der Auflösung zeigten sich wieder einzelne Kerne, meistens von körnigem Ansehen, aber fast keine einzige Zelle.

Die erhaltene Lösung wurde eingedampft, der Rückstand mit Alkohol extrahirt, worin er anschwoll wie ein Schwamm, und darauf mit Aether ausgezogen.

Die Reaktionen weichen wenig von denen des Chondrins ab, wie folgende Uebersicht zeigt:

| | |
|---|---|
| Gerbsäure | Nur geringe Fällung. |
| Essigsäure | Starke Fällung, größtentheils im Uebermaß löslich. |

Aber in den Hauptmerkmalen stimmt es doch damit überein und unterscheidet sich bedeutend von den Zwischenwirbelfaserknorpeln. (Vergl. Fig. 138, 139 und 140.)

Die elastischen Knorpel weichen von den beiden bisher abgehandelten Arten sehr ab. Die Hauptmasse derselben besteht aus einem dichten Netze sehr feiner elastischer Fasern (Fig. 143), zwischen welchen sehr verschiedenartige, isolirte, nicht in Gruppen neben einander gelagerte Zellen eingeschlossen sind (Fig. 141 und 142). Letztere geben beim Kochen Chondrin. Insofern also diese elastischen Knorpel Zellen enthalten, sind sie mit den wahren Knorpeln zu vergleichen, welche dieselben Zellen und demnach auch die nämlichen Stoffe, woraus die Zellen gebildet sind, zu besitzen scheinen. Aber sie unterscheiden sich dadurch wesentlich von den letzteren, daß die in Menge darin enthaltenen Fasern des elastischen Gewebes durch Kochen nicht in Chondrin umgewandelt werden, sondern unverändert übrig bleiben*).

---

| | |
|---|---|
| Salzsäure | Im Uebermaß des Fällungsmittels vollkommen löslicher Niederschlag. |
| Basischessigsaures Bleioxyd | Gallertartiger Niederschlag. |
| Essigsaures Blei | Weißer flockiger Niederschlag. |
| Kaliumeisencyanür, Kaliumeisencyanid | Keine Fällung. |
| Chlorplatin | Starke Fällung, welche im Uebermaß nicht verschwindet. |
| Alaun | Zusammenbackender flockiger Niederschlag, im Uebermaß unlöslich. |
| Schwefelsaure Thonerde | Weniger stark, im Uebermaß löslich. |

Im Uebrigen ist das Verhalten ganz dem des Chondrins gleich, ausgenommen daß der Leim der Zwischenwirbelknorpel mit Eisenchlorid einen reichlichen Niederschlag hervorbringt. (Donders.)

*) Der elastische Knorpel des Ohrs von demselben Individuum, von welchem die Rippenknorpel genommen waren, zeigt die bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit, daß die Haut und das Knorpelgewebe allmälig in einander übergehen in der Weise, daß die in Essigsäure deutlicher hervortretenden und in Kali und Schwefelsäure schwer löslichen Fasern der Haut (Fig. 141, 1), die sich also wie elastisches Gewebe verhalten, mit dem Knorpelgewebe verschmelzen (2). Jene Fasern trennen sich nämlich, nehmen mehr und mehr Knorpelkörperchen auf und werden so unvermerkt zu Fasern des Faserknorpels. Letzterer besitzt folgende Eigenschaften:

Das ganze Gewebe besteht aus dicht an einander grenzenden Zellen mit dazwischen liegenden, hier und da ringförmig dieselben umschließenden Fasern (Fig. 141 und 142). Diejenigen Fasern, welche zwischen den Zellen

Da der elastische Knorpel des Ohrs beim Kochen sehr wenig Chondrin giebt, und die Knorpelzellen sich schwierig auflö-

---

liegen, erscheinen mitunter abgebrochen und kürzer; vielleicht biegen sie sich in die Tiefe; sie sind dunkel.

Die Zellen sind rundlich, und jede enthält gewöhnlich einen Kern, zuweilen auch zwei und mehrere, oder an deren Stelle Fettzellchen. Die in den Rippenknorpeln vorkommenden Knorpelkörperchen, worin daselbst die Zellen liegen, sind hier nicht vorhanden. Die Zellen des Ohrknorpels lassen sich nicht, wie die der Rippenknorpel, durch Kali und Schwefelsäure auf chemischem Wege isoliren. In den Zellenkernen findet man bisweilen ein Kernkörperchen.

Nach fünfstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge verschwinden die Zellen mit ihrem Inhalte, sobald man eine hinreichende Menge Wasser hinzufügt, und es bleiben da, wo die Zellen lagen, offene Räume. Die übrige Masse besteht aus höchst feinen, netzförmig in einander verwebten Fasern, welche in Kali ganz unlöslich sind (Fig. 143). Letztere verhalten sich also, wie auch in ihren übrigen Reaktionen, wie Fasern des elastischen Gewebes. Die von der Haut abstammenden sich kräuselnden Fasern verweben sich da, wo sie Zellen aufnehmen, netzförmig und bilden Maschen, worin die Zellen liegen. Das ganze elastische Knorpelgewebe besteht folglich aus einer Grundmasse von Fasern des elastischen Gewebes und aus Zellen, die in ihrem Verhalten mit denen der wahren Knorpel nahe übereinstimmen. Die Zellen der elastischen Knorpel weichen indessen darin von denen der wahren Knorpel ab, daß sie weniger verlängert sind, weniger Fettzellchen und in der Regel einen Kern mit einem Kernkörperchen besitzen. Auch scheinen sie in Kali leichter auflöslich zu sein.

Die Fasern des elastischen Gewebes, welche in dem elastischen Knorpel vorkommen, sind schwierig wahrzunehmen; aber das ist nur eine Folge ihrer innigen Verwebung. Nach Behandlung mit Kali und Wasser bilden sie ein feines Netz (Fig. 143). Das Gewebe ist nach der Einwirkung von concentrirtem Kali, nachdem es seine Zellen verloren hat, noch elastisch, was auch von dem Nackenbande gilt. Nach mehrtägiger Behandlung mit Kali verhalten sich die Fasern ebenfalls denen des Nackenbandes gleich; sie werden gallertartig, vertheilen sich in kleine Körner und lösen sich im Wasser auf.

Nach siebenstündigem Verweilen in concentrirter Schwefelsäure ist der elastische Knorpel des Ohrs bräunlich gefärbt und angeschwollen. Nach Zusatz von Wasser zieht er sich wieder zusammen, wird weiß und elastisch, aber bleibt weich und erscheint unter dem Mikroskop als eine zusammengeschrumpfte Masse ohne Zellen. Die Stellen, wo die Zellen lagen, sind viel kleiner geworden. Die elastischen Fasern haben sich nämlich vermöge ihrer Elasticität contrahirt und so die durch Auflösung der Zellen entstandenen leeren Räume verengt. Während also die Zellen von Schwefelsäure und Wasser mit Hinterlassung eines körnigen Inhaltes aufgelöst werden, bleiben die Fasern undurchscheinend übrig und verhalten sich in dieser Weise denen des elastischen Gewebes vollkommen gleich.

Ein Stückchen, welches sieben Stunden in concentrirter Essigsäure gelegen, hat seine Zelle behalten und die Fasern sind gleichfalls unverändert. Ueberhaupt hat keine wesentliche Metamorphose stattgefunden, nur enthalten die Zellen sehr große Kerne mit deutlich wahrnehmbaren Kernkörperchen.

Elastischer Knorpel der epiglottis, welcher mit dem des Ohrs für identisch gehalten wird, erscheint unter dem Mikroskop als ein

sen, so läßt sich folgern, daß man durch Kochen der wahren Knorpel, wodurch die Intercellularsubstanz aufgelöst wird, eine sehr reine Chondrinlösung erhält, sobald man das Kochen nicht zu lange fortsetzt.

Mit dem Namen Knorpel belegt man noch andere Gewebe, welche sich weder den wahren, noch den fasrigen Knorpeln zurechnen lassen. Dahin gehört namentlich ein gemengtes Gewebe, welches aus wahrem Knorpelgewebe, Faserknorpelgewebe (elastischem Gewebe) und leimgebendem Gewebe zusammengesetzt ist, woraus z. B. der Meniscus des Unterkiefergelenks besteht *).

---

ähnliches Fasernetz, worin sehr durchscheinende Zellen liegen. Die Fasern sind hier besser zu unterscheiden und lassen einige Zwischenräume übrig; die Zellen liegen weniger dicht zusammen, als im Ohrknorpel; sie sind mit deutlichen Kernen versehen, die ihren Mittelpunkt bilden und zuweilen von ringförmigen Streifen eingeschlossen werden. Die zwischen den Zellen liegenden Fasern verschmelzen mit denen, welche den Faserknorpel umgeben. Auf den Grenzen sieht man bloße Kerne ohne Zellen. Die Zellen enthalten wenige Fettkügelchen und sind im Allgemeinen sehr hell und durchscheinend.

Nach zweistündigem Verweilen in concentrirtem Kali ist das Gewebe undeutlich, nach Zusatz von Wasser dehnt es sich schnell und stark aus; die Zellen lösen sich auf, die sie umgebenden Fasern bleiben unverändert.

Jener Knorpel bietet also keine wesentliche Verschiedenheit von dem elastischen Knorpel des Ohrs dar.

Gelenkknorpel des Unterkiefergelenks; von der Oberfläche unter der membrana serosa weggenommenes Stück.

Dicht bei einander liegende zahlreiche, durch Fasern getrennte Zellen; jede Zelle enthält einen Kern, und der Kern oft ein Kernkörperchen, gleich wie im Ohrknorpel. Vielleicht liegen in jenem Knorpel die Zellen etwas dichter bei einander.

Nach funfzigstündiger Einwirkung von concentrirtem Kali sind die Theile des Gewebes nicht mehr deutlich zu erkennen. Durch Zusatz von Wasser wird Alles gelöst außer den vielen Fasern des elastischen Gewebes. In Essigsäure ziehen sich diese zusammen und bilden eine Gruppe, wie das elastische Gewebe zu thun pflegt.

Wir fanden den Gelenkknorpel auf dem condylus des Unterkiefers bei der Kuh zum größten Theile aus wahrem Knorpel zusammengesetzt. Er ist mit meist runden Knorpelkörperchen versehen, die mit denen der knorpeligen mittleren Nasenwand des Menschen übereinstimmen. (Donders u. M.)

*) Der Meniscus des Unterkiefergelenks enthält viele Bündel dunkler, in verschiedenen Richtungen durch einander gewebter Fasern. Dazwischen finden sich Faserknorpelzellen zerstreut, zuweilen auch gruppenweise bei einander liegend.

Nach funfzigstündigem Verweilen in Kalilauge und Zusatz von Wasser kommt eine Menge feiner, sehr durchscheinender Fasern zum Vorschein, welche sich wie elastische Fasern verhalten und dem Bindegewebe angehö-

## Knochengewebe.

Wir finden bei vielen Thieren feste Stützen der Weichtheile, welche zur Bewegung, den edleren Theilen zum Schutze und zu anderen Zwecken dienen. Wenn jene Stützen aus harten Stoffen, namentlich aus Kalksalzen bestehen, die durch leimgebendes Gewebe vereinigt sind, so nennen wir sie Knochen.

Die Struktur der Knochen ist sehr verschieden; doch stimmen alle darin überein, daß die Kalksalze in einem Gewebe liegen, welches beim Kochen Leim giebt. Die Struktur richtet sich meistens nach der Form der Knochen. Die langen Knochen haben in der Mitte Markhöhlen, während ihre Enden, welche ein loseres Gewebe besitzen, mit dem inneren Theile der platten Knochen übereinstimmen. Die äußersten Schichten der letzteren sind dicht; aber zwischen diesen Schichten, deren Gewebe sich dem harten Gewebe der runden Knochen nähert, liegt ein loseres Gewebe, welches der spongiösen Masse der Enden der langen Knochen gleichkommt. Diese zellige Masse besteht aus festem Knochengewebe, worin kleine unter einander in Verbindung stehende Höhlungen angetroffen werden.

Nach Innen zu hängen diese Höhlungen in den langen Knochen mit den Markhöhlen zusammen, nach Außen stehen sie in der festeren Knochenmasse mit kleinen cylindrischen Kanälchen in Verbindung, welche Markkanäle heißen, und die in den runden Knochen mit der großen Markhöhle parallel laufen (Fig. 149, 1).

---

ren, außerdem einige wenige Zellen. Dieser Reaktion zufolge schließt sich dieser Gelenkknorpel an den elastischen Knorpel des Ohrs. Nach dem Auswaschen mit Wasser sind die Zellen ganz gelöst, und es bleiben allein die Fasern des elastischen Gewebes übrig, die durch Essigsäure dunkler werden.

Concentrirte Essigsäure macht den Knorpel durchscheinend und ertheilt ihm das Ansehen quer durchschnittener dicker Bündel von in Essigsäure angeschwollenem Bindegewebe, welche mit Fäden des elastischen Gewebes durchwebt sind.

Jenen Beobachtungen zufolge bestehen diese menisci aus leimgebenden, elastischen und, insofern sie Zellen enthalten, aus Knorpelgewebe. (Donders u. M.)

Sie sind auch unter einander durch seitliche Kanäle (2) verbunden und bilden auf diese Weise in der festen Knochenmasse ein netzförmiges System von Kanälen. Diese werden nach Innen zu weiter und gehen in die Zellen über, welche die großen Markhöhlen begrenzen. Durch die große Anzahl dieser Kanälchen erhält die compacte Knochenmasse auf dem Längendurchschnitte ein gestreiftes Ansehen. Sie sind ganz oder theilweise von einer fetten Substanz erfüllt, welche wahrscheinlich mit dem Marke der Knochenhöhlen identisch ist; außerdem umschließen sie noch Blutgefäße.

Die Markkanälchen liegen in kleinen Abständen von einander (Fig. 146), und wie sie auf der einen Seite mit den Markzellen des großen Markkanals und unter sich in Verbindung stehen, so hängen sie nach außen hin mit den Gefäßen der Knochenhaut zusammen.

Von der Peripherie eines solchen quer durchschnittenen Markkanälchens (Fig. 147) gehen strahlenartige Streifen aus, und in einer gewissen Entfernung findet man kreisförmige oder elliptische Ringe, welche durch eben so viele Lamellen gebildet werden, deren gemeinschaftliches Centrum das Markkanälchen ist.

In den elliptischen Ringen befinden sich kleine hohle Räume (Fig. 147, 1), Knochenkörperchen, besser Knochenzellen oder Knochenhöhlungen genannt. Es sind längliche, mit vielen strahligen feinen Streifen versehene kleine Räume (vergl. diese Strahlen in Fig. 144, 2 und 145, 3), die mit ihrem Längendurchmesser in der Richtung der concentrischen Ringe um das quer durchschnittene Markkanälchen liegen. Sie liegen auf dieser krummen Linie in regelmäßiger Entfernung von einander, und um sie herum findet sich noch eine zweite und dritte Reihe (Fig. 147). Sie enthalten nach Einigen eine körnige Substanz, welche von verdünnter Salzsäure unter Aufbrausen aufgelöst wird, und die man für ein in der Höhlung abgelagertes Präcipitat von Knochensalzen hält. Da jene Räume durch venetianischen Terpentin sehr deutlich sichtbar werden, so

kann man sie als Höhlungen betrachten, in welche der Terpentin, der die übrige Masse durchdringt, nicht eindringen kann, in welchen Höhlungen übrigens immerhin kohlensaurer Kalk vorkommen mag.

Zwischen den Markkanälchen und den obigen Knochenzellen befindet sich leimgebendes Gewebe, mit Knochensalzen verbunden; es bildet sehr dicht aufeinandergeschichtete Lamellen, die aus einer innigen Verbindung der leimgebenden Substanz mit Knochensalzen bestehen. Dieser Theil der Knochensubstanz ist feinkörnig und halbdurchscheinend (Fig. 145, 2) *).

---

*) Schenkelbein vom Menschen. Auf einem dünnen Plättchen (vergl. Fig. 146) erscheinen die Durchschnitte der Markkanälchen als runde oder ovale Oeffnungen (1, 2, 3, 4), an vielen Stellen durch dunkle Vertiefungen (5) unter einander verbunden. Letztere repräsentiren die querlaufenden Markkanälchen, welche mit den Längenkanälen durch die ganze feste Knochenmasse ein Netz bilden. Die Durchschnitte der Längenmarkkanälchen werden, je weiter nach Innen (3, 4), um so zahlreicher und größer. Man unterscheidet zwei Systeme von Knochenlamellen. Das eine derselben liegt in paralleler Richtung mit der Oberfläche, das andere concentrisch um die Markkanälchen (7). Die äußersten Lamellen laufen sämmtlich der Knochenoberfläche parallel, und die der Oberfläche zunächst liegenden Markkanälchen (1, 2) besitzen nur wenige oder gar keine concentrische Knochenlamellen.

Zwischen jenen Knochenplättchen sieht man kleine, meist längliche dunkle Fleckchen (Fig. 144, 1) (Knochenkörperchen, Knochenhöhlungen, Knochenzellen), welche bei Erweiterung des Focus ihr dunkles Ansehen sogleich verlieren, also nicht undurchsichtig sind und bei auffallendem Lichte weiß erscheinen. Durch dicken venetianischen Terpentin werden sie anfangs dunkler, und es kommt eine Menge sich verzweigender Strahlen (2) sehr deutlich zum Vorschein, welche nach allen Richtungen hin von jenen Fleckchen auslaufen und sich mit denen der benachbarten Knochenhöhlungen verbinden. Dünner Terpentin dringt rasch in die Knochenhöhlen und in die davon ausgehenden feinen Kanälchen ein, wodurch sie beinahe ganz unsichtbar werden.

Zwischen den die Markkanälchen umgebenden Knochenlamellen befinden sich ähnliche kleine Knochenhöhlen, deren Strahlen die Lamellen durchsetzen und den Markkanälchen zulaufen (vergl. Fig. 147).

Auf dem Längendurchschnitte erscheinen die kleinen Knochenhöhlen gleichfalls, und in der Regel länglich oder oval.

Längs der Oberfläche besitzen sie meist eine rundliche Gestalt. Sie sind demnach linsenförmig und kehren ihre breiten Flächen den Knochenlamellen zu. Sie sind als Zellen oder zellige Räume zu betrachten, die zwischen den Knochenlamellen abgeplattet liegen.

Pflugscharbein vom Menschen. In dem dünneren Theile des Pflugscharbeins nimmt man schon ohne weitere Präparation die Knochenhöhlungen sehr deutlich wahr, obschon hier noch mehrere Lagen vorkommen. Schleift man dieses Stückchen ein wenig ab, so erscheinen die Knochenhöhlungen (Fig. 145, 1) längs der Oberfläche meist rund

Alle Knochen, mit verdünnter Salzsäure extrahirt, hinterlassen leimgebendes Gewebe von der Form des Knochens, und

---

oder schwach oval. Hier läßt sich besonders deutlich erkennen, daß sie hohl sind; durch Zusatz von Wasser werden sie schon durchscheinender als der übrige Theil, welcher ein feinkörniges Ansehen hat (2). Durch dicken venetianischen Terpentin kommen sie anfangs recht deutlich zum Vorschein, und die davon ausgehenden Strahlen (2) erscheinen als Kanäle; nach und nach jedoch, wenn jene Flüssigkeit in die Höhlungen dringt, werden sie undeutlicher und dem Auge fast ganz unsichtbar; dies geschieht fast augenblicklich, wenn man dünneren Terpentin anwendet. Die Verbreitung des Terpentins in der Masse läßt sich zwischen zwei Glasplatten unter dem Mikroskope deutlich verfolgen.

Schenkelbein des Menschen, mit verdünnter Salzsäure ausgezogen. Auf dem Querdurchschnitte der festen Substanz sieht man die beiden Arten von Knochenlamellen viel deutlicher als zuvor (Fig. 146). Sie erscheinen bei starker Vergrößerung als mit einander abwechselnde dunklere und hellere Streifen; dasselbe beobachtet man auf dem Längendurchschnitte (Fig. 148). Die Knochenhöhlungen sind weniger dunkel, doch immer gut zu unterscheiden. Aus der verschiedenen Form ihrer Durchschnitte läßt sich folgern, daß sie eine spindelförmige Gestalt besitzen; in einigen derselben erblickt man einen oder mehrere kleine Körperchen (Fig. 148, 2).

Die Strahlen der Knochenhöhlungen sind in den concentrischen um die Markkanälchen liegenden Knochenlamellen sehr deutlich; sie scheinen jetzt nicht mehr in krummen Linien zu verlaufen, wie es vor dem Ausziehen mit Salzsäure der Fall war (Fig. 147).

Auf dem Längendurchschnitte erscheinen die Knochenhöhlungen (Fig. 148, 1) oval, und man sieht die Knochenlamellen (2) von feinen parallellaufenden Kanälchen durchbohrt, welche wahrscheinlich dieselben feinen Kanäle sind, die von den Knochenhöhlungen ausgehen.

Bei geringerer Vergrößerung nimmt man auf dem Längendurchschnitte die der Länge nach verlaufenden Markkanälchen wahr (Fig. 149, 1), welche nicht selten durch Seitenäste (2) untereinander vereinigt sind.

Das Wadenbein des Menschen, mit Salzsäure ausgezogen, verhält sich genau auf dieselbe Weise. Auf dem Längendurchschnitte gewahrt man, daß die longitudinal verlaufenden Markkanälchen hier weniger durch querlaufende Kanäle verbunden sind als im Schenkelbeine.

Das Schenkelbein des Frosches, mit Salzsäure ausgezogen, zeigt auf dem Querdurchschnitte nur ein centrales Markkanälchen. Der ganze Knochen kann als ein einziges Markkanälchen mit seinen concentrischen Knochenlamellen betrachtet werden; sehr deutlich sind die von dem Markkanälchen ausgehenden Strahlen, welche die Knochenlamellen durchsetzen. Die Knochenhöhlungen sind in der Nähe der Oberfläche sehr groß und enthalten meist deutlich wahrnehmbare Kerne, zuweilen selbst Zellen.

Schenkelbein des Menschen mit Salzsäure extrahirt. In einem dünnen Längendurchschnitte, welcher fünf und eine halbe Stunde in concentrirtem Kali gelegen hat, sind die Streifen, welche die Knochenlamellen begrenzen, körnig, aber sehr gut zu unterscheiden. Die Knochenhöhlen sind nicht wahrnehmbar. Nach Zusatz von Wasser bleiben die Knochenlamellen weniger scharf begrenzt; die Knochenhöhlungen (Fig. 150, 1) werden dagegen sehr sichtbar, schwellen ein wenig an, und eine jede zeigt einen oder mehrere in einer Reihe liegende Kerne, zuweilen auch eine Zelle (2). Sie erinnern an die Knorpelkörperchen vor der Ossifikation und liegen in Rei-

größtentheils frei von Knochensalzen. Es ist sehr biegsam und verwandelt sich, die Gefäßwände u. s. w. abgerechnet, fast ganz in Leim. Seine Struktur ist so blätterig, daß sich die Lamellen mit einem scharfen Gegenstande von einander ablösen lassen, und zwar eben sowohl diejenigen, welche um die Markkanälchen liegen, als auch die anderen, welche den Markkanälchen nicht angehören. In den extrahirten Knochen sieht man die Höhlen der Markkanälchen und der Knochenzellen *).

---

hen zwischen den Knochenlamellen, sowie die Knorpelkörperchen bei der Ossifikation in der Nähe der verknöchernden Stellen.

Ein Durchschnitt längs der Oberfläche ist nach fünfstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge sehr weich. Die Knochenhöhlungen sind ohne Zusatz von Wasser sichtbar, haben eine runde Gestalt und besitzen ein körniges Ansehen. Durch Zusatz von Wasser wird fast Alles gelös't, nur bleiben einzelne kleine Körperchen übrig, die den Knochenhöhlungen gleichen; letztere scheinen also, wenigstens theilweise, besondere Wände zu haben und Zellen zu sein. Eine derselben drehte sich in der Flüssigkeit und erschien auf dem andern Durchschnitte sehr schmal. Sie schwellen also nicht zu runden Zellen an, vielleicht weil ihre Wände durchbohrt sind.

Außer den Knochenlamellen sieht man auf dem längs der Oberfläche genommenen Durchschnitte größere, rundliche isolirte Körperchen, die eine zellige Struktur besitzen und undurchscheinend sind. Sie stammen wahrscheinlich von dem Inhalte der Markkanälchen ab und dürfen mit den Knochenzellen nicht verwechselt werden.

Ein Querdurchschnitt zeigt nach fünfstündigem Verweilen in Kalilauge, vorzüglich in der Nähe der Markkanälchen, eine Verkettung sehr großer sphärischer Körperchen. Sie haben ungleiche Größe und sind ohne Zweifel Seifekügelchen, welche das Kali aus dem Fette der Markkanälchen gebildet hat und welche sich nicht im Uebermaaße von Kali lösen.

Ein Querdurchschnitt ist nach fünfstündigem Verweilen in concentrirter Schwefelsäure größtentheils durchscheinend geworden, außer an den Stellen, wo sich Markkanälchen befinden; die Struktur ist nicht mehr wahrnehmbar. Nach Zusatz von Wasser kommen die Knochenhöhlungen wieder zum Vorschein und zeigen jede einen oder zwei Kerne, zuweilen eine Reihe von Körnchen. (Donders und M.)

*) Von Bibra hat das leimgebende Gewebe der Knochen analysirt (Annal. der Chemie und Pharmacie, April 1844, S. 151) und folgende Zahlen erhalten:

| | Fossile Knochen. | Ochsenknochen. |
|---|---|---|
| C | 50,401 | 50,130 |
| H | 7,111 | 7,073 |
| N | 18,154 | 18,449 |
| O | 24,335 | 24,348 |

Dies ist die Zusammensetzung des leimgebenden Gewebes, wie sie von Scherer gefunden ist.

Jene Analysen haben übrigens zu viel Wasserstoff gegeben, wovon auch Scherer bei seinen Analysen des leimgebenden Gewebes einen Ueberschuß erhalten hat.

Man mag sich deshalb das Knochengewebe als aus zwei Systemen von Lamellen zusammengesetzt denken, wovon das eine (Fig. 146, 7) die der Knochenachse parallel laufenden Markkanälchen umgiebt; es besteht aus einigen in einander geschachtelten Cylindern, zwischen denen eine Menge sich verzweigender Zellen liegen. Das andere Lamellensystem (6) umkleidet und verbindet die Kanälchen und Zellen. Die Grundmasse der weichen Knochensubstanz läßt sich inzwischen als dicht gedrängtes formloses Bindegewebe betrachten, worin sich Zellen und Gefäße befinden. Die Zellen bilden die sogenannten Knochenkörperchen und sind mit den Knorpelzellen zu vergleichen, sowie die formlose Grundmasse mit der der Knorpeln, während bei dem Ossifikationsprocesse, welcher um die Gefäße herum stattfindet, Kanälchen übrigbleiben.

Den Typus der Form des Knochengewebes findet man also in dem wahren Knorpelgewebe ausgedrückt, welches Blutgefäße aufgenommen hat.

Das Knochengewebe in den großen Markhöhlen der runden Knochen ist sehr locker und mit großen Höhlungen versehen. Man findet darin eine Menge Blutgefäße und zugleich viele Fettzellen angehäuft. Das Mark dringt durch die Markkanälchen in die ganze feste Knochenmasse ein. Das Fett ist durchgehends flüssiger, als es sonst in dem Thierkörper gefunden wird, und sehr reich an Elain. In den spongiösen Enden und den übrigen lockeren Theilen der platten Knochen wird jenes Fett zum größten Theile durch eine röthliche halbflüssige Masse ersetzt, deren Zusammensetzung noch nicht gut gekannt ist. Sie enthält, wie es scheint, eine große Menge extractartiger Stoffe.

In den Knochen gehen Arterien und Venen ein und aus

---

Von Bibra hat in seinem unlängst erschienenen Werke, Die Knochen und Zähne, zur Kenntniß der Knochen einen wichtigen Beitrag geliefert und außer mehreren Analysen des leimgebendon Gewebes, S. 396, auch noch mitgetheilt, daß in der leimgebenden Substanz der Knochen gegen 0,216 Procent Schwefel vorkommt, welcher im gekochten Leime nicht enthalten ist.

und verbreiten sich durch die ganze Knochenmasse, indem sie sich zuerst in die Markhöhlen begeben und von da durch die oben erwähnten Knochenkanälchen sich vertheilen. Außerdem dringen von der die Knochen auswendig bekleidenden Membran, periostium, viele kleine Arterien in die feste Knochensubstanz ein und begeben sich durch die kleinen Kanälchen in die übrige Masse, wo sie sich mit den erstgenannten Gefäßen vereinigen.

Die Knochensalze sind zweifacher Art; wir unterscheiden nämlich diejenigen, welche dem Blute, dem Marke und den anderen weichen oder flüssigen Theilen angehören und also nicht wesentlich sind, und die Salze, welche der eigentlichen Knochensubstanz eigenthümlich angehören. Letztere sind: phosphorsaurer Kalk $8\,CaO, 3\,Ph_2O_5$, ein Salz, welches nach Graham aus $3\,Ph_2O_5, 8\,CaO, H_2O$ besteht, und also als ein dreibasisch phosphorsaures Salz zu betrachten ist; ferner kohlensaurer Kalk, phosphorsaure Magnesia, kohlensaure Magnesia und Fluorcalcium. Phosphorsaurer Kalk macht den Hauptbestandtheil aus, darauf folgt kohlensaurer Kalk; die übrigen Salze sind in weit geringerer Menge und vom Fluorcalcium nur Spuren darin enthalten. Die relative Menge jener Salze variirt sowohl in den verschiedenen Knochen, als auch in den verschiedenen Lebensperioden. Berzelius fand in 100 Theilen Menschenknochen 33,3 Th. organische Materie und 66,7 Th. unorganischer Stoffe, welche aus 53,04 phosphorsaurem Kalk, 11,30 kohlensaurem Kalk, 1,16 phosphorsaurer Magnesia und 1,20 in Wasser auflöslichen Salzen des Blutes u. s. w. bestanden. Von den 33,3 Th. organischer Materie war 1,13 Th. in kochendem Wasser unlöslich, also Gefäßwände u. s. w. Das Uebrige war leimgebendes Gewebe und der im Wasser auflösliche Theil des Marks. Der Gehalt an organischen Stoffen ist für verschiedene Knochen verschieden angegeben; man hat unter anderen mehr Kalksalze in den festen Theilen der runden Knochen, weniger in den lockeren Knochen gefunden. So fand Frerichs in

| | spongiösen Knochen: | | compacten Knochen: | |
|---|---|---|---|---|
| Organische Bestandtheile | 38,22 | 37,42 | 31,46 | 30,94 |
| Phosphorsauren Kalk | 50,24 | 51,38 | 58,70 | 59,50 |
| Kohlensauren Kalk | 11,70 | 10,89 | 10,08 | 9,46 |

Von Bibra hat ebenfalls eine große Menge Bestimmungen gemacht (s. die Knochen).

In Rhachitis vermindert sich der Gehalt an Kalksalzen und die Knochen werden dadurch biegsam; im Alter nimmt die Menge der Kalksalze und damit die Sprödigkeit und Zerbrechlichkeit der Knochen zu *).

Daß das leimgebende Gewebe der Knochen vor der Ossifikation Chondrin und keinen Leim giebt, davon ist bereits S. 340 die Rede gewesen. In dem Chondringewebe (wahres Knorpelgewebe) bilden sich Blutgefäße, und von diesen geht dann eine zweifache Veränderung aus, einerseits die Umwandlung des chondringebenden Gewebes in leimgebendes, und andererseits die Absonderung der Knochensubstanz. Diese beiden Metamorphosen gehen gleichzeitig vor sich; man beobachtet sie ebenfalls in den Rippenknorpeln. Sie haben daher einen Causalverband; doch ist die Natur desselben noch nicht näher ermittelt. So viel scheint indessen festzustehen, daß mit der Entwickelung von Blutgefäßen in den Knorpeln die zarte und weiche Substanz derselben sehr mit Flüssigkeit imprägnirt wird, und daß, indem dadurch der Stoffwechsel vorbereitet ist, das Chondrin in Leim verwandelt wird, während die vom Blute herbeigeführten Knochensalze sich in dem entstehenden leimgebenden Gewebe ablagern.

Die Art und Weise, wie die unorganischen Bestandtheile der Knochen mit dem leimgebenden Gewebe vereinigt sind, läßt sich aus dem relativen Verhältnisse der unorganischen und orga-

*) Mehrere Chemiker haben die Knochen analysirt:
Marchand, Journal für praktische Chemie, Bd. 27, S. 86.
Nasse, ibid. S. 274.
Frerichs, Ann. der Chemie und Pharm., Bd. 43, S, 251.
Rees, Phil. Mag., 1840, Jan.

nischen Bestandtheile der Knochen nicht bestimmen, weil außer anderen Salzen auch kohlensaurer Kalk darin vorkommt, der mit der leimgebenden Substanz sicher keine chemische Verbindung eingeht. Nur der phosphorsaure Kalk allein kann hier in Betracht kommen, und in der That scheint nach den Versuchen von Frerichs*) und von Bibra**) eine solche Verbindung zu existiren, wenn schon die Analysen der aus Leim und phosphorsaurem Kalk gebildeten Verbindungen nicht ganz übereinstimmen. Frerichs erhielt aus den gemengten Auflösungen von Knochenleim und von Knochenkalk in Salzsäure durch Ammoniak Niederschläge, worin der Gehalt an Leim 28,2 — 27,4 — 24,4 Procent betrug, während nach der von mir gegebenen Formel des Leims 26,2 % Leim in jener Verbindung enthalten sein müßten. Von Bibra fand 23,25 — 24,7 Procent.

Es scheint demnach eine constante Verbindung von Leim und phosphorsaurem Kalk zu existiren, welche, wenn die von Graham angegebene Zusammensetzung des phosphorsauren Kalks die richtige ist, 1 Aeq. Leim $= C_{13}\,H_{20}\,N_4\,O_5$ anstatt 1 Aeq. Wasser enthält, nämlich statt

$$3\,Ph_2\,O_5 + 8\,CaO, H_2O,$$

$$3\,Ph_2\,O_5 + 8\,CaO, C_{13}\,H_{20}\,N_4\,O_5.$$

Hierbei muß ich bemerken, daß ich nicht, wie von Bibra (S. 63) zu glauben scheint, selbst Versuche in dieser Beziehung angestellt, sondern daß ich mir obige Ansicht bloß nach seinen und Frerichs's Versuchen gebildet habe.

Wir mögen daher den phosphorsauren Kalk der Knochen mit der leimgebenden Substanz derselben immerhin für chemisch verbunden halten, wenn auch die Bestimmung jener Verbindung in den Knochen mit Schwierigkeiten verknüpft ist, die vielleicht nicht ganz zu überwinden sind.

Die Stelle, wo der kohlensaure Kalk in den Knochen abgelagert ist, hat noch nicht mit Sicherheit ermittelt werden kön-

*) Annalen der Chemie und Pharmacie, Sept. 1842, S. 252.
**) Die Knochen, S. 62.

nen. **Von Bibra** (S. 45) theilt die Ansicht seiner Vorgänger, daß dieses Salz in den Knochenkörperchen enthalten sei, und daß es außerdem in den Verzweigungen derselben vorkomme.

Ueber jene Verhältnisse ist schwer ein entscheidendes Urtheil zu fällen. Es ist bis jetzt noch kein constantes Verhältniß zwischen dem phosphorsauren Kalk und der leimgebenden Substanz in den ausgebildeten Knochen gefunden, welches — existirte nur eine chemische Verbindung derselben — in allen Knochen dasselbe sein müßte.

Die bis jetzt ausgeführten Analysen lassen übrigens solch' ein einfaches Verhältniß nicht annehmen; aber bewiesen sie dasselbe auch für ausgebildete Knochen, so würde noch zu beantworten sein, wie die chemische Zusammensetzung derselben im Alter ist, mit welchem stets die Menge des phosphorsauren Kalks zunimmt. Es können übrigens möglicherweise andere chemische Verbindungen von phosphorsaurem Kalk und Leim existiren, worin beide Theile nicht zu gleichen Aequivalenten enthalten sind, und es ist denkbar, daß z. B. im Alter allmälig eine basische Verbindung entsteht. Endlich ist weder die Art und Weise bestimmt ermittelt, wie der kohlensaure Kalk in den Knochen enthalten ist, noch in welcher Form die anderen Salze, welche außer phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk vorkommen, sich darin befinden.

## Fettgewebe.

Gleich den bis jetzt abgehandelten Elementargeweben des thierischen Körpers ist auch das Fett im vollen Sinne des Wortes organisirt zu nennen. Es liegt nicht frei in den Höhlungen des Bindegewebes, noch ist es ein Sekret desselben, sondern es befindet sich in besondern Zellen, welche in den Höhlungen des Bindegewebes eine selbstständige Existenz haben. Die Fettzellen sind von allen Seiten geschlossene häutige Beutelchen, deren oft eine große Menge in einer Höh-

lung des Bindegewebes zusammenliegen. Sie sind rund, auf der Oberfläche stark glänzend und besitzen einen weißen glänzenden Saum; sie müssen als selbstständige Organe angesehen werden. Die Fettzellenmembranen hängen gewöhnlich traubenförmig an kleinen Verzweigungen von Blutgefäßen, welche in der äußeren Haut ein Haargefäßsystem bilden, und sind im lebenden Organismus mit flüssigem Fett gefüllt, welches, nach der Ausscheidung aus denselben z. B. durch Aether, krystallisirt.

Man kann die Fettzellen von den Fetttropfen leicht dadurch unterscheiden, daß letztere sich vereinigen lassen und nicht kugelrund, sondern mehr linsenförmig sind. Die Fetttropfen kommen von verschiedener Größe vor, die Fettzellen dagegen weichen in denselben Organen in ihrer Größe nur wenig von einander ab (Fig. 151).

Die Zellenmembran der Fettzellen ist meistens sehr dünn und bisweilen mit einem Zellenkerne versehen, selten mit zweien; in einzelnen Fällen, nach Todd und Borman bei der Auszehrung, gehen von einem Punkte der Oberfläche strahlenförmige Streifen aus, welche für Krystalle von einem festen Fette gehalten werden. Durch Behandlung mit Aether kann man der Membran das Fett entziehen, worauf sie als leeres Beutelchen (Fig. 153) zusammenfällt. Essigsäure löst nach Henle die Zellenmembran auf, wobei der Inhalt von mehreren Zellen zu einem Tropfen zusammenfließt. Wir haben dies nicht beobachtet, im Gegentheile gefunden, daß eine der beiden einander bekleidenden Zellenhäute sowohl in concentrirter Essigsäure, wie in Aetzkali unauflöslich ist. Und zwar scheint die äußere Haut die auflösliche, die darunter liegende, das Fett einhüllende Membran die unauflösliche zu sein (Fig. 152).

Man findet jene Fettzellen beim Menschen in dem losen Bindegewebe unter der Haut, in dem omentum und mesenterium und an vielen andern Stellen*).

---

*) Die Fettzellen des Nierenbettes eines Schweines sind sehr groß, länglich

Das Fett bildet sich leicht bei zureichender Nahrung namentlich von fetthaltigen Speisen, und wird vom Körper bei mangelnder Nahrung wieder resorbirt. Bei gewissen Thieren, welche in einen Winterschlaf verfallen, häuft es sich gegen diese Zeit in beträchtlicher Menge an und nimmt mit der Dauer des Schlafes allmälig wieder ab.

Dieser periodische Wechsel von Fettablagerung und Re-

---

rund und mit einem körnigen Inhalte gefüllt. Bei dem Schaafe sind sie eckig. In concentrirter Essigsäure trennen sie sich und schwimmen isolirt in der Säure (Fig. 152). Das Nierenbett von einer Kuh enthält ebenfalls polyedrische Fettzellen, welche in concentrirter Essigsäure losweichen und also ein auflösliches Bindemittel besitzen. Bei dem Kalbe kommen gleiche, nur etwas kleinere Fettzellen vor; beim Menschen sind sie noch kleiner (Fig. 151). Kerne sind in allen jenen Zellen nicht zu finden.

Das Nierenfett des Schweines, mit Aether ausgezogen, läßt sehr dünne, durchscheinende Membrane von körniger Beschaffenheit zurück (Fig. 153). Sie sind zusammengefallen und haben ihre zellige Form verloren. Essigsäure lös't sie nicht auf, noch verändert sie die granulöse Beschaffenheit derselben.

Beim Kalbe werden die Zellenmembranen nicht von concentrirter Kalilauge aufgelös't; selbst nach einer Stunde besitzen die Zellen noch ihre Form.

In den mit Aether ausgezogenen Fettzellen des Schaafes erscheint die Haut ebenfalls körnig und durchscheinend. Mit concentrirter Essigsäure behandelt, trennen sich die Membranen mit Beibehaltung der Form der Fettzellen und bleiben selbst unverändert. Es ist demnach eine die Zellen zusammenhaltende Substanz aufgelös't, welche, als die Zelle ganz umschließend, als zweite Zellenmembran betrachtet werden muß. Die innere Membran ist in Essigsäure unlöslich; ebenso wenig wird sie von concentrirter Kalilauge, auch nicht nach Zusatz von Wasser aufgelös't, noch auf eine andere Weise verändert. Diese Zellenmembranen bleiben sogar, wenn man sie mit starker Kalilauge bis 80° erhitzt, unverändert, auch wenn man alsdann Wasser hinzufügt. Die Zellen isoliren sich nur und entleeren sich ihres Fettes, während allein die sie verbindende Substanz aufgelös't wird. Außer Fett ist keine andere Substanz in den Zellen vorhanden.

Die Fettzellen eines Schaafes von der innern Seite des Bauches bleiben nach siebenstündiger Einwirkung von concentrirter Kalilauge unverändert. Auf Zusatz von Wasser dehnt sich die äußere Zellenmembran aus und wird in eine feinkörnige Substanz verwandelt, später aufgelös't. Die Zelle behält dabei ihre Form und schwimmt unverändert in der Flüssigkeit. Es ist also auch hier das Fett noch von einer zweiten in Kali unlöslichen Membran eingehüllt. Durch Druck kommt auch diese Haut zum Vorschein.

In Essigsäure wird die äußere Hülle der Fettzellen sehr durchscheinend und dehnt sich aus; übrigens bleibt die Fettzelle mit einem körnigen Inhalte unverändert.

Woraus jene Membranen bestehen, hat sich nicht ermitteln lassen. (Donders und M.)

sorption desselben läßt unsere Vorstellung von der Entstehung der Fettzellen noch etwas dunkel. Man weiß nämlich nicht, ob auch sie verschwinden, oder nur das darin enthaltene Fett, welches letztere wahrscheinlicher ist. Außerdem ist unbekannt, aus welchen chemischen Stoffen die Membranen der Fettzellen bestehen; man weiß nur so viel, daß diese Stoffe anderer Natur sind als die Fette, und sich weder in Kali noch Aether auflösen. Die äußere der beiden übereinander liegenden Häute scheint leimgebendes Gewebe zu sein; die innere besteht aus einer andern Verbindung.

Das in jenen Fettzellen eingeschlossene Fett ist bei den verschiedenen Thieren verschieden. Die oben (S. 253) aufgezählten fetten Säuren sind darin in der Regel mit Lipyloxyd verbunden. Meistens kommen mehrere Fette mit einander gemengt vor, z. B. Margarin und Elain im Menschenfette u. s. w.

Bei den Thieren sind solche Fettgemenge in allen Theilen des Körpers nicht immer dieselben; die Hauptbestandtheile können vielmehr oft bedeutend variiren. So enthält das Nierenbett der Kuh eine viel größere Menge Stearin, als das Fett des Bindegewebes unter der Haut, und in den Markhöhlen der Knochen ist das Elain bei weitem der überwiegende Bestandtheil. Die Zellenhäute der Fettzellen nehmen daher an der Fettbildung einen thätigen Antheil und sind nicht bloß die Behälter einer allgemein verbreiteten Fettsubstanz.

Das sperma ceti in der Kopfhöhle des Physeter macrocephalus und die in der Hirnmasse aller Thiere sich findenden eigenthümlichen Fette beweisen dies aufs Deutlichste. Die S. 260 angegebene Zusammenstellung macht es übrigens wahrscheinlich, daß die besonderen Fette durch Abscheidung oder Aufnahme von Sauerstoff, welcher durch die Lungen dem Blute zugeführt wird, sich aus den allgemeinen Fetten erzeugen.

Vom histologischen Gesichtspunkte ausgehend, müssen wir zweierlei Arten von Fett im Organismus unterscheiden, nämlich solches, welches in den genannten Zellen eingeschlossen liegt, und mit andern Stoffen chemisch verbundenes Fett. Ersteres treffen wir in dem sehr verbreiteten losen zelligen Gewebe an, letzteres kommt im Gehirn und den Flüssigkeiten des Körpers vor.

Das mit der Nahrung aufgenommene Fett findet sich im Chylus. Dieser aber ist alkalisch, und die neutralen Fette werden daher, ehe sie ins Blut gelangen oder wenigstens sehr bald, nachdem sie ins Blut übergegangen sind, ganz oder zum größten Theile verseift. Außer den nicht verseifbaren Fetten, wie Cholesterin, hat man keine neutralen Fette im Blute gefunden*).

Das Blut enthält also margarinsaures, elainsaures und bei vielen Thieren stearinsaures Natron und andere Natronseifen; und es sind diese im Wasser löslichen Salze der fetten Säuren, welche zur Bildung des Fettgewebes und der chemisch gebundenen fetten Stoffe im Gehirn, der Leber und den Nieren dienen. Denn bei weiterer Verarbeitung im Körper vereinigen sich die fetten Säuren nach Verlust der alkalischen Basis, des Natrons, wieder mit Lipyloxyd, oder auch mit andern Verbindungen zu neutralen Fetten.

In der Gehirnmasse, im Parenchym der Leber und Nieren findet man Fette mit Albumin so innig verbunden, daß sie, mit kaltem Wasser gerieben, eine Art Emulsion bilden, gleich wie wenn man gepreßte Manden und Leinsamen mit Wasser zerreibt. Auf gleiche Weise verhält sich die Galle, worin offenbar fette Säuren vorkommen, aber so in inniger Verbindung mit der Galle, daß, ohngeachtet sie freies Natron in hinreichender Menge enthält, Säuren doch nicht im Stande sind, die fetten Säuren daraus niederzuschlagen.

---

*) Vgl. Simon, Med. Chemie, II. S. 230.

Die Abscheidung der Basis, des Natrons, aus ihrer Verbindung mit den fetten Säuren geschieht in dem Capillargefäßsysteme unter dem Einflusse der daselbst erzeugten Kohlensäure; ebendaselbst müssen die freien fetten Säuren das Lipyloxyd antreffen, um damit wieder neutrale Fette zu bilden (S. 259).

Wenn aus Fetten, welche die Nahrung enthält, im thierischen Organismus wieder Fette gebildet werden, so findet in jedem Falle zuvor eine Zersetzung derselben in fette Säuren, und dann wieder die Umwandlung der letzteren in neutrale Fette Statt. Aber dabei erleiden sie noch eine andere Veränderung, z. B. in dem menschlichen Körper, dessen Fett Margarin und Elain in einem constanten Verhältnisse enthält, auch wenn jene Fette nicht in diesem bestimmten Verhältnisse zugeführt werden. So kann z. B. Olivenöl, welches viel Elain und wenig Margarin enthält, nicht unverändert ins Menschenfett übergehen. Es müssen daher Umwandlungen der einen Fettsubstanz in die andere, z. B. des Margarins in Stearin, und umgekehrt vor sich gehen. Endlich bildet sich nach den Untersuchungen von Liebig auch Fett aus Amylum (Dextrin und Zucker?).

Letztere Stoffe müssen bei ihrer Umsetzung in Fett grade wie im Pflanzenreiche Sauerstoff abgeben. Die Fette werden daher unter desoxydirenden Einflüssen gebildet, unter gleichen Verhältnissen, unter denen aus stauerstoffreichen Fetten sauerstoffärmere entstehen. Wenn z. B. Cholesterin, welches im Blute enthalten ist und in der Galle und im Gehirne vorkommt, aus Margarinsäure erzeugt werden soll, so muß letztere eine gewisse Menge Sauerstoff und Wasserstoff abgeben und Kohlenstoff assimiliren:

Margarinsäure $C_{34} H_{68} O_3$
Cholesterin $C_{37} H_{64} O$

Die Fette sind demnach im thierischen Körper abwechselnd bald der Oxydation, bald der Reduction unterworfen.

Die erstere geht ohne Zweifel in den Lungen vor sich, letztere in dem Capillargefäßsysteme, beide also im Blute. Aus dem Blute werden sie an bestimmten Stellen abgesondert, daselbst später wieder aufgenommen und endlich, nachdem sie stufenweise mehrere Umwandlungen in unbekannte immer sauerstoffreichere Verbindungen erlitten haben, in Form von Kohlensäure von den Lungen ausgehaucht.

Soll z. B. aus der Margarinsäure einer Kuh Buttersäure entstehen, so werden erst 5 Atome Sauerstoff aufgenommen, indem zunächst Butterölsäure gebildet wird:

Margarinsäure $C_{34}\,H_{70}\,O_4$

Butterölsäure $C_{34}\,H_{62}\,O_5$

und wenn diese darauf in Buttersäure übergeht, so müssen noch sechs andere Sauerstoffatome hinzutreten:

Butterölsäure $C_{34}\,H_{62}\,O_5$

4 At. Buttersäure $C_{32}\,H_{56}\,O_4$

$C_2\,H_6\,O$

um aus den übrigbleibenden Elementen Kohlensäure und Wasser zu bilden. Obige Zersetzung geht außerhalb des Thieres in der Butter vor sich, wenn man dieselbe der Luft aussetzt, und ist eben darum sehr geeignet, zu zeigen, wie die Fette im thierischen Organismus verändert werden.

Die Umwandlung von Margarin und Elain in Stearin durch desoxydirende Mittel auch außerhalb des Organismus ist durch die Untersuchungen von Beetz *) zur Thatsache erhoben. Er fand nämlich, daß das adipocire von Fourcroy und Chevreul aus Stearin besteht, mit Stearinseifen gemengt. Das Fett der menschlichen Leichen wird mit der Zeit härter und fester und verwandelt sich, wenigstens das Margarin in Stearin nach dem Seite 254 gegebenen Schema.

Die Fettbildung und Aufnahme von Fetten in dem

*) Poggendorf's Annalen, 1843, Nr. 5, S. 111.

thierischen Organismus ist daher für den Stoffwechsel von großem Belange; dieselbe hat nicht bloß die Entstehung neuer Produkte zur Folge, sondern sie ruft noch ganz andere Erscheinungen hervor. Mit anderen Worten: die Fette dienen nicht bloß dazu, um, den Pflanzen entnommen, von den Thieren nach einigem Verweilen in deren Organismus in Form von Kohlensäure und Wasser wieder ausgegeben zu werden, sondern spielen außerdem noch eine wichtige Rolle als Verbindungen, welche sich leicht zu neuen Körpern umsetzen und dabei, während sich diese im statu nascenti befinden, eine reiche Quelle chemischer Wirkung und Erregung neuer chemischer Kräfte eröffnen.

Es ist recht sehr zu bedauern, daß unsere Kenntniß der Fette, die bei den verschiedenen Thieren vorkommen, noch so viele Lücken hat, daß wir sogar die Constitution der Elainsäure nicht einmal kennen. Deshalb bleibt eigentlich auch jede Vergleichung der Fette unter sich für jetzt noch fruchtlos und ungenügend *).

Aus dem Obigen folgt, daß zur Bildung vieler Fette im Thierkörper, namentlich wenn sie aus Amylum erzeugt werden (s. S. 270), Desoxydationsprocesse erforderlich sind. Aber so klar wir die Ursache der Oxydation (die Respiration) einsehen, so unbekannt ist uns gegenwärtig noch die Quelle der Desoxydation. Wir können uns nur durch allgemeine Beispiele eine Vorstellung davon machen, wie sie im thierischen Organismus möglicherweise stattfinden kann, aber die wahren Vorgänge sind uns gänzlich unbekannt.

Desoxydation in einem Organismus, wo stets Sauerstoff zugeführt wird, scheint ungereimt, dennoch ist sie eine über allen Zweifel erhobene Thatsache. Viele Stoffe müssen im thierischen Körper desoxydirt werden, z. B. diejenigen, woraus Cholesterin entsteht, eine Substanz, welche in der

*) Ich höre, daß Redtenbacher neuerdings belangreiche Untersuchungen über die Elainsäure angestellt hat.

Nahrung, so lange dieselbe vegetabilischer Art ist, nicht vorkommt.

Ohne Zweifel wird jene Desoxydation durch andere Stoffe vermittelt, welche zu ihrer Bildung des Sauerstoffs bedürfen. Zu denjenigen Verbindungen, welche sich im thierischen Organismus wie Desoxydationsmittel verhalten, zählen wir den Traubenzucker, Inulin u. s. w. Wird Inulin in warmem Wasser gelöst und mit essigsaurem Bleioxyd und Ammoniak vermischt, so scheidet sich metallisches Blei ab; ebenfalls entzieht Traubenzucker, mit Kupfer- und anderen Metallsalzen erwärmt, diesen ihren Sauerstoff. In dem ersten Beispiele wird das Bleioxyd sogar noch von der Essigsäure getrennt und dann seines Sauerstoffs beraubt, womit sich ein Theil des im Inulin vorhandenen Fruchtzuckers in Ameisensäure umsetzt. Wenn sich auf diese Weise ein Aequivalent Fruchtzucker in Ameisensäure umwandelt, so sind dazu zwölf Atome Sauerstoff erforderlich, welche einem andern Körper, in jenem Falle dem Bleioxyde, entzogen werden:

| | |
|---|---|
| 1 Aeq. Fruchtzucker | $C_{12}\,H_{28}\,O_{14}$ |
| 4 Aeq. Wasser + 6 Aeq. Ameisensäure | $C_{12}\,H_{28}\,O_{26}$ |
| | $O_{12}$ |

Bei der unaufhörlichen Oxydation der organischen Bestandtheile des Thierkörpers zu Kohlensäure wird nun der nöthige Sauerstoff nicht allein durch die Lungen aufgenommen, sondern auch benachbarten Verbindungen entzogen, welche unter Bildung anderer Produkte Sauerstoff abgeben können. So weit der respirirte Sauerstoff reicht, bewirkt dieser die Oxydation des Kohlenstoffs und Wasserstoffs der oxydationsfähigen Stoffe; wenn aber jene Menge geringer ist, als die einmal in Umsetzung begriffenen Stoffe zu ihrer Oxydation bedürfen, so erfolgt ein Desoxydationsproceß, wovon die Erzeugung sauerstoffarmer Fette, wie Cholesterin aus sauerstoffreichen z. B. Elainsäure, die Folge ist.

Das Desoxydationsvermögen des Organismus offenbart

sich in einer Menge von Erscheinungen. Es beginnt schon in den Verdauungswerkzeugen, wo die Entwickelung von Schwefelwasserstoff aus schwefelsauren Salzen eine Folge davon ist, und pflanzt sich von da überall hin in alle Organe fort, die Lungen ausgenommen. Das Vorkommen von regulinischem Quecksilber in verschiedenen Geweben nach längerem Gebrauche von Quecksilberpräparaten mag dieser Ansicht zum Beleg dienen *).

## Muskelgewebe.

Die auf Eindrücke, besonders auf elektrische Reize reagirenden, größtentheils dem Willen unterworfenen und der Verkürzung wie der Verlängerung fähigen Organe heißen Muskeln. Ihr Gewebe ist verschiedenartig. Wir finden in der bekannten rothen Muskelmasse des Körpers ein eigenthümliches Gewebe, welches gestreifte Bündel besitzt. Dahin gehören die dem Willen unterworfenen Muskeln und das Herz. In jenen Bündeln sieht man Fasern, welche aus zwei verschiedenen Stoffen zu bestehen scheinen, deren Moleküle in abwechselnder Reihenfolge an einander gelagert einen Faden von granulösem Ansehen bilden (Fig. 158 u. 161, 2). Von diesen Fasern sind einige, von einer Hülse umgeben, mit einander zu kleinen Bündeln vereinigt (Fig. 155 u. 157 auf dem Querdurchschnitte gesehen), welche Bündel durch das Bindegewebe wieder zu größeren verbunden sind (Fig. 154, 2 und 156, 2). Diese großen Bündel werden auf's Neue durch Bindegewebe vereinigt, und auf diese Art geht die Verknüpfung fort, so daß die ganze Muskelmasse aus

*) Sowohl diese Thatsache, als auch die ganz verschiedenen Wirkungen, welche, wie allen Aerzten bekannt ist, Calomel und Sublimat hervorbringen, machen Liebig's Ansicht (Thierchemie), daß Calomel nur durch Umwandlung in Sublimat im Organismus wirken könne, sehr unwahrscheinlich.

Fasern und Bindegewebe, mit Gefäßen und Nerven durchwebt, zusammengesetzt ist.

Die ersten oder kleinsten Muskelbündel nennt man Primitivbündel. Sie sind manchmal, wennschon nicht immer, von einer dünnen, mehr oder weniger körnigen Hülle bedeckt, welche in Essigsäure länger ungelöst bleibt, als die Fasern der Primitivbündel, aber sich zuletzt gleichfalls löst, nachdem sie zuvor gallertartig geworden ist.

Jenes Muskelgewebe verdient wegen seiner allgemeinen Verbreitung in dem Organismus besondere Aufmerksamkeit *).

---

*) Querdurchschnitt des musculus semitendinosus des Menschen (Fig. 154). Dicht aneinander liegende Primitivbündel (1) von mehr oder weniger runder Form, vielseitig gegeneinander abgeplattet, in großer Anzahl zu einem sekundären Bündel vereinigt, welches von einem zelligen Gewebe (perimysium (2) umgeben und dadurch von den angrenzenden Bündeln geschieden ist. In diesem zelligen Gewebe, welches nach Zusatz von Essigsäure stark auseinander weicht, sieht man kleine verlängerte Kerne und Kernfäserchen, an einigen Stellen Nervenbündel und Blutgefäßstämme.

Bei stärkerer Vergrößerung (Fig. 155) erblickt man in jedem Bündel die Durchschnitte der Primitivfasern als kleine dunkle Punkte; durch Zusatz von Essigsäure schwillt das ganze Bündel auf; die Punkte entfernen sich mehr und mehr von einander und werden deutlicher sichtbar. Es scheint demnach hauptsächlich die zwischen den Primitivfasern liegende Substanz durch Essigsäure ausgedehnt zu werden. In den Bündeln findet man durchgehends keine Kerne; nur hier und da liegen einige vereinzelt auf dem sarcolemma, sie sind auf dem Längendurchschnitt deutlicher zu sehen. Viele der kleinen Muskelbündel kehren sich durch die Anschwellung, welche sie erleiden, mehr oder weniger um und zeigen nun deutlich ihre Querstreifen. Das sarcolemma mit doppelten Streifen ist nicht wahrnehmbar.

Querdurchschnitt der Schenkelmuskeln eines Frosches. Die Primitivbündel sind größer und liegen noch dichter zusammen, als beim Menschen; sie besitzen meistens eine runde oder polyedrische Gestalt. In jeder Ecke, wo drei Bündel sich aneinander schließen, sieht man mehr oder weniger deutlich den Durchschnitt eines Haargefäßes. Die Primitivfasern sind, besonders auf Zusatz von Essigsäure, gut zu unterscheiden. Außerdem beobachtet man zwischen den Primitivfasern in den Bündeln eine ziemlich große Anzahl Kerne. Die Kerne besitzen auf jedem Durchschnitte eine runde oder eckige Gestalt.

Derselbe Durchschnitt bei einem sehr mageren Frosche. Die Primitivbündel sind im Ganzen kleiner und von sehr verschiedener Größe (Fig. 156). Die kleinsten (1, a) findet man besonders in der Nähe des Perimysiums (2); mitunter sind ihre Durchschnitte vollkommen rund, die Bündel also cylinderförmig. Kerne (Fig. 157, 1) und Primitivfasern (2) kommen in den Bündeln nach Zusatz von verdünnter Essigsäure sehr deutlich zum Vorschein. Die Kerne finden sich auch in der Mitte der Bündel. In den kleineren Bündeln (a) liegen die Primitivfasern sehr dicht zusammen.

Die Fasern, welche man Primitivfasern nennt, und deren funfzig, hundert und mehr in einer Scheide eingeschlossen

---

Durch Abmagerung werden also die Primitivbündel dünner, namentlich verschwindet die Substanz zwischen den Primitivfasern.

Dieselben Muskeln von einer Kuh; sie gleichen denen des Menschen, und besitzen nur etwas größere Primitivbündel.

Dieselben vom Kalbe. Der Muskel enthält viel kleinere Primitivbündel, als bei der Kuh; die Anzahl derselben kann sich also bei fernerem Wachsthume der Muskeln gleichbleiben. Sowohl bei der Kuh, wie beim Kalbe sieht man nur ausnahmsweise Kerne zwischen den Primitivfasern in einem Bündel eingeschlossen.

Auf dem Längendurchschnitte zeigen die frischen, nicht getrockneten Primitivbündel aller jener Muskeln Längsstreifen (Primitivfasern) und Querstreifen, welche gewöhnlich gradlinig sind und in gleicher Richtung verlaufen, oder auch wohl ein Zickzack bilden. Je deutlicher die Primitivfasern erscheinen, um so weniger deutlich sind die Querstreifen, und umgekehrt.

Durch verdünnte Essigsäure kommen auf und in den Primitivbündeln der Frösche (vgl. Fig. 159) viele, auf denen der anderen genannten Thiere nur einzelne verlängerte Kerne zum Vorschein.

Die primitiven Muskelbündel des musculus psoas eines beinahe ausgetragenen Fötus sind sehr schmal, und die Querstreifen liegen so weit von einander, daß der Raum zwischen drei Querstreifen der Breite des Muskelbündels gleichkommt. Durch Zusatz von Essigsäure werden die Muskelbündel sehr durchscheinend, und man kann kaum die Grenze der einander zunächst liegenden Bündel erkennen. Auch die Querstreifen sind kaum zu unterscheiden. Am den Rändern der Primitivbündel sieht man in ziemlich großen Abständen ovale Kerne, die auswendig auf dem sarcolemma zu liegen scheinen.

Eine dünne Scheibe der vorderen Schenkelmuskel von einem lebenden Frosche zeigt sogleich deutliche Primitivbündel mit ihren Primitivfasern und Querstreifen. Zwischen jedem Paare einander begrenzender Primitivbündel sieht man ein mit Blutkörperchen gefülltes Haargefäß, welches hier und da durch einen die Richtung der Muskelbündel kreuzenden Seitenarm mit einem andern verbunden ist. Besondere Nervenfasern sind zwischen den Muskelbündeln kaum wahrzunehmen; in dem perimysium sieht man kleine Nervenstämme, deren einige nur aus zwei Primitivfasern bestehen, und die sich über eine sehr große Fläche ausbreiten.

Ein schräg geführter Längendurchschnitt des Primitivbündels eines getrockneten Froschmuskels (Fig. 158) zeigt, nachdem er mit Wasser befeuchtet ist, an der dickeren Seite deutliche Querstreifen, die an der dünneren Seite in eine Reihe von Körnchen übergehen, welche, in Längsreihen verbunden, die Primitivfasern bilden und dadurch, daß sie dicht auf und neben einander liegen, dem Bündel das Ansehen der Querstreifung ertheilen.

Froschmuskel, nachdem er zehn Stunden in concentrirter Essigsäure gelegen hat. Die Bündel (Fig. 159) sind stark geschwollen und durchscheinend geworden, die Primitivfasern sehr wenig sichtbar, die Querstreifen sehr schön, die Kerne deutlich, doch nicht deutlicher sichtbar, als nach viel kürzerer Einwirkung von verdünnter Essigsäure. Nach achtundvierzig Stunden befindet sich noch Alles in dem nämlichen Zustande. Man sieht zwischen und über den Bündeln ein Haargefäß und darin eine Reihe von Kernen der Blutkörperchen.

liegen, hält man für Fibrin; aber der Beweis für diese Annahme muß erst noch geliefert werden. Es ist ausgemacht,

---

Muskel einer Kuh nach viertägiger Behandlung mit concentrirter Essigsäure. Die ganze Masse ist gallertartig; die Querstreifen noch sichtbar und gebogen; die Primitivfasern undeutlich, die Kerne schwer zu erkennen.

Muskel eines beinahe ausgetragenen Fötus, welcher zwei Stunden in concentrirter Essigsäure lag. Die Primitivbündel sind stark ausgedehnt und blaß, die Querstreifen deutlich unterscheidbar; die Primitivfasern nicht wahrnehmbar, die Kerne ebenfalls ein wenig verblaßt.

Muskel eines Frosches, in einer verschlossenen Flasche vierundzwanzig Stunden mit concentrirter Schwefelsäure in Berührung gelassen. Gelatinös angeschwollen; die Primitivbündel sind begrenzt; demnach scheint das sarcolemma nicht aufgelöst zu sein; von Primitivfasern oder Querstreifen ist nichts zu sehen. Mit viel Wasser versetzt wird das Stückchen weiß und zieht sich zusammen; die Primitivfasern sind nur unter dem Mikroskop sichtbar und zeigen körnige Anschwellungen in der Richtung und auf den Zwischenräumen der Querstreifen.

Muskel einer Kuh, vier Tage mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, die dabei mehr oder weniger dem Zutritt der Luft bloßgestellt war. Die Primitivbündel sind viel breiter geworden, die Enden meist scharf rechtwinklig abgebrochen. An manchen Stellen sieht man auf der Oberfläche dunkle Querstreifen, nämlich da, wo das Muskelbündel schmaler ist; es scheint, daß der geschwollene Inhalt der Primitivbündel hier durch stärkeren Widerstand des sarcolemma sich auszudehnen gehindert ist. An anderen Stellen sind die Primitivbündel quer durchgebrochen. Die Querstreifen sind noch sichtbar, an einigen Stellen kann man auch die Längenfasern noch sehr gut unterscheiden; die Kerne sind gequollen, hier und da körnig. In einem Bündel sieht man in kleinen regelmäßigen Abständen zwei Reihen der verlängerten geschwollenen Kerne.

Zusatz von Wasser verändert nichts; es muß also aus der Luft Wasser angezogen sein, in Folge dessen die Sulphoproteinsäure nicht gallertartig genug hat werden können.

Muskel einer Kuh. Concentrirte Salpetersäure veranlaßt starke Gasentwickelung und macht die Primitivfasern, welche besonders deutlich waren, verschwinden. Die Bündelchen bleiben übrigens scharf begrenzt. Das sarcolemma scheint demnach nicht angegriffen zu werden. Salpetersäure, mit gleichen Theilen Wasser verdünnt, bringt die nämlichen Erscheinungen hervor. Bei einer Verdünnung mit vier Theilen Wasser bleiben die Primitivfasern noch deutlich sichtbar; nach einiger Zeit verschwinden aber die Querstreifen, darauf auch die Primitivfasern, und das ganze Bündel wird durchsichtiger. Hier und da sieht man verlängerte Kerne; das sarcolemma erscheint strukturlos; doch zeigen sich hin und wieder abwechselnde dunkle Linien auf demselben.

Muskel eines Frosches nach viertägiger Einwirkung von Ammoniak auf einem bedeckten Uhrglase. Die Primitivbündel sind durchscheinender, die Primitivfasern nicht deutlich, die Kerne durchsichtig und etwas breiter, die Querstreifen überall sehr deutlich sichtbar. In der Flüssigkeit hat sich eine große Menge pulverförmiger Substanz abgesetzt, welche unter dem Mikroskop strukturlos erscheint.

Muskel einer Kuh. Durch Einwirkung von concentrirtem Kali werden die Muskelbündel etwas durchscheinender; die Querstreifen bleiben

daß die Fasern keine einfache organische Verbindung sind; man unterscheidet vielmehr zwei organisch verschiedene Sub-

---

deutlich sichtbar, die Primitivfasern gleichfalls. Die Kerne sind sehr gut zu unterscheiden. Das Ganze war, nachdem es achtundvierzig Stunden auf dem Objectivglase gelegen hatte, unverändert; die Kerne sind besonders deutlich und breiter; auch die Primitivfasern und Querstreifen gut zu unterscheiden.

Muskel eines Frosches nach fünfstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge. Die Primitivbündel (Fig. 160, a) lassen sich leicht isoliren und sind sehr weich, körnig, wenig durchscheinend; die Primitivbündel sind deutlich zu erkennen; die Querstreifen nicht überall zu sehen. Die Kerne (i) haben eine wesentliche Veränderung erlitten; sie sind stark geschwollen, oval und besitzen ein körniges Ansehen. Durch Zusatz von Wasser wird schnell Alles ohne Rückstand aufgelöst. Im ersten Augenblicke schwellen die Kerne beinahe zu runden Körperchen an (Fig. 160, b, 1), um darauf alsbald zu verschwinden. Gegen Ende der Auflösung kommen einige der Querstreifen wieder zum Vorschein.

Muskel eines Frosches nach vierundzwanzigstündiger Einwirkung von concentrirter Kalilauge. Die Primitivbündel sind meistens isolirt oder leicht zu trennen und sowohl in der Längen- wie in der Querrichtung zu theilen. Die meisten sind in rechtwinklich abgeschnittene Querstücke (Fig. 161, 1) zerfallen. Die Querstreifen sind noch gut zu unterscheiden, die Primitivfasern haben gekerbte Ränder; sie gleichen Perlenschnüren (2) und scheinen demnach aus heterogenen Theilen zu bestehen, welche die Ursache der Querstreifung sind. Ein Theil scheint in Kali leichter auflöslich zu sein als ein anderer, ein Umstand, der die Theilung der Bündel in der Richtung der Querstreifung erleichtert.

Durch Zusatz von Wasser wird Alles aufgelös't.

Muskel eines beinahe ausgetragenen Fötus, nachdem er eine halbe Stunde in concentrirter Kalilösung gelegen. Sehr erweicht, die Primitivbündel leicht zu isoliren. Die Ränder derselben sind meistens glatt, manche gekerbt; an einzelnen Stellen erblickt man noch Spuren einer Querstreifung; Primitivfasern sind nicht wahrnehmbar. Die Kerne liegen in großen Entfernungen, sind geschwollen, aber nicht deutlich markirt, oft kaum wahrnehmbar. Außer den Primitivbündeln, welche von einander getrennt liegen, nimmt man keine andere Grundformen wahr.

Auf Zusatz von Wasser erblassen anfangs die Primitivbündel, ohne eben anzuschwellen; die Kerne dehnen sich aus und manche verschwinden, während der Rand der Primitivbündel sich noch ziemlich unverändert erhält. Bei fernerer Einwirkung von Wasser bleibt von den Muskelbündeln nichts, als einige feine Körnchen übrig; nun kommen auch die kleineren Blutgefäße und selbst Haargefäße, noch mit gelbgefärbten Blutkörperchen gefüllt, vollkommen deutlich zum Vorschein. Nach Zusatz von mehr Wasser lösen sich die Muskelbündel ganz ohne Rückstand auf.

Muskel einer Kuh, nachdem er vierundzwanzig Stunden lang in starkem Alkohol gelegen. Die Längsfasern sind sehr deutlich, die Querstreifen gleichfalls. Die isolirten Primitivfasern haben eine körnige Beschaffenheit.

Muskel einer Kuh; durch Zusatz von Sublimatlösung kommen die Grenzlinien der Primitivbündel deutlich zum Vorschein. Die isolirten Primitivfasern scheinen aus kleinen verlängerten Theilen zu bestehen, die einander begrenzen; sie zeigen unregelmäßige kleine Anschwellungen.

stanzen. Die eine derselben bildet dickere Kügelchen als die andere, und beide reihen sich in abwechselnder Folge an einander, so daß die Faser einer Perlenschnur gleicht, deren Perlen in kleinen Entfernungen neben einander liegen und wie durch einen dicken Faden vereinigt sind. Soweit uns gegenwärtig jene Verbindungen bekannt sind, möchte ich die eine für Fibrin, die andere für Proteinbioxyd halten. Durch Behandlung der ausgewaschenen Muskeln mit concentrirter Essigsäure lösen sich nämlich jene Primitivfasern auf, und wenn man diese Auflösung mit kohlensaurem Ammoniak präcipitirt, so erhält man Proteinbioxyd; dasselbe Verhalten zeigt das Fibrin, wenn man es auf gleiche Weise behandelt, und unter gewissen Verhältnissen auch das Proteinbioxyd. Die organische Verschiedenheit der Faser läßt uns zwei verschiedene Körper darin annehmen, und wir kennen gerade im Fibrin und Proteinbioxyd zwei Verbindungen, deren Eigenschaften denen der Primitivmuskelfasern entsprechen.

Jene organische Verschiedenartigkeit der Primitivfaser ist die Ursache der Querstreifung, welche man auf den einzelnen Bündelchen wahrnimmt; denn dadurch, daß die homogenen Kügelchen der Fasern ganz genau neben einander liegen, erscheinen sie auf der Oberfläche als Streifen, welche die Richtung des Bündels rechtwinklig durchsetzen. Da nun die dünneren Kügelchen, oder diejenigen, welche zwischen den dickeren liegen und dieselben vereinigen, in verschiedenen Auflösungsmitteln leichter auflöslich sind als jene, so kann man

---

Nach achtstündigem Verweilen in der Sublimatauflösung sind die Primitivbündel hart, undurchsichtig und leicht zu isoliren, die Querstreifen sehr deutlich, die Primitivfasern in den Bündeln nicht gut zu unterscheiden; die Kerne sehr schmal.

Muskel einer Kuh, achtundvierzig Stunden lang mit Jodtinktur behandelt. Die Primitivbündel sowohl als das perimysium sind stark gebräunt. Die isolirten Primitivfasern erscheinen als aneinander gereihte Körnchen; einige, welche aus dem Bündel getrennt sind, aber noch dicht zusammenliegen, zeigen Querstreifen. Alle sind sehr stark braun gefärbt. (Donders und M.)

die Primitivbündel der Muskeln in zwei Richtungen spalten, nämlich in der Längsrichtung der Fasern und in der Querrichtung, wobei man jedesmal dünne Scheiben erhält. Jenes Verhalten ist von Todd und Bowman (s. Physiological Anatomy and Physiology of man, p. 152, Tom. 1) ungefähr eben so beschrieben, wie unsere Beobachtungen uns gelehrt haben; nur fanden wir die Querspaltung nicht so stark als jene Beobachter.

Die Muskelfasern liegen in einer Scheide, welche nicht aus leimgebendem Gewebe besteht, sondern sich wie ein inniges Gemenge der Bestandtheile des leimgebenden und elastischen Gewebes verhält, und worin man einzelne Kerne erblickt, welche durch Essigsäure deutlich zum Vorschein kommen und in Kali anschwellen.

In diesen beiden Formen, den Primitivfasern und den sie umschließenden Scheiden, liegt das Wesen des dem Willen unterworfenen Muskelgewebes. Es gehört übrigens noch eine dritte Substanz dazu, welche unterschieden werden muß. Die Primitivfasern grenzen nämlich nicht unmittelbar an einander, sondern sind durch eine formlose Zwischensubstanz geschieden.

Die sekundären Bündel sind durch Fasern des Bindegewebes, welches in einigen Fällen Fettzellen enthält, unter einander vereinigt und die ganze Muskelmasse außerdem mit Gefäßen und Nerven durchwebt.

Außer jenen willkürlich beweglichen Muskeln hat man noch zwei andere Arten zu unterscheiden: Muskelfasern, welche sich wie Fasern des Bindegewebes verhalten und in der Iris und der Haut der vasa lymphatica vorkommen — sie reagiren auf galvanische Eindrücke —, und Muskelfasern, welche mit den Muskelfasern der mittelsten Umhüllungsschicht der Arterien übereinstimmen; diese finden sich in der muskulösen Bekleidung des Magens und der Eingeweide. Beide sind willkürlich nicht beweglich.

Was die ersteren anlangt — die, welche den Fasern des Bindegewebes gleichen, — so sind wir über ihre Natur noch im Zweifel; denn wenn sie auch hinsichtlich ihrer Form mit dem Bindegewebe übereinzustimmen scheinen, so besitzen sie (namentlich die Fasern der Iris) doch den chemischen Charakter der Muskelfasern. Nach Henle ist die Form vollkommen die des Bindegewebes; Valentin findet dagegen die Fasern den nicht gestreiften Spiralfasern gleich und mit Bindegewebe durchwebt.

Man muß darüber neuere Untersuchungen abwarten.

Die zweite Art der Muskelfasern, welche denen der mittelsten Umhüllungsschicht der Arterien gleich kommen und glatte, einfache Muskelfasern genannt werden, besteht aus länglichen schmalen Plättchen (Fig. 164, a), mit schmalen zulaufenden Enden, und hier und da mit länglichen Kernen, zuweilen mit einer Reihe von Punkten versehen, welche in gerader Linie über die ganze Fläche verlaufen. Man findet sie in der Speiseröhre, der Blase und an vielen anderen Stellen, wo unfreiwillige Muskelbewegung stattfindet, auch in der Muskelhülle (Fig. 171, a) der Arterien. Sie werden von Essigsäure aufgelöst. Da sie nun in der Form mit einigen Fasern der mittleren Arterienhaut übereinkommen und man in derselben Umhüllungsschicht andere Fasern von einer eigenthümlichen, von der der Muskelfasern verschiedenen Beschaffenheit fand, so hat man jenen Muskelfasern einen ganz eigenthümlichen Charakter beigelegt. Jene Arterienhaut enthält nun aber zwei Arten von Fasern, nämlich Fasern des elastischen Gewebes und willkürlich nicht bewegliche Muskelfasern, und es ist daher, so lange man versäumt, den verschiedenen Charakter dieser beiden Arten von Fasern gehörig in Betracht zu ziehen, aus dem Gewebe der Arterienhaut überhaupt auf die Natur der darin enthaltenen Muskelfasern kein Rückschluß zu machen.

Was man über die Fasern der vom Willen unabhängi-

gen Muskeln weiß, ist, daß sie in kleinen Bündeln zusammenliegen, aber nicht, wie bei den willkürlich beweglichen Muskeln, von einer gemeinschaftlichen Scheide umschlossen sind. Die Fasern selbst, die Primitivfasern, sind platt und dünn. Zunächst kommen dünne Fibern des elastischen Gewebes (Fig. 162, 163 und 164, c 2) zwischen denselben vor, die nämlichen, welche Henle Kernfasern nennt, und welche als dünne Verlängerungen der ursprünglichen Kerne anzusehen sind, die bei stärkerer Entwickelung wahre Fasern des elastischen Gewebes bilden können.

Das eigentliche Muskelgewebe besteht aus einer Substanz, die von Kali und Essigsäure aufgelöst wird und sich mit Salpetersäure und Ammoniak gelb färbt, also eine Proteinverbindung ist. Ueber die Natur derselben ist übrigens nichts Näheres bekannt. Die gleichmäßige Struktur der Fasern der willkürlich nicht beweglichen Muskeln unterscheidet sie von den Fasern der anderen Muskeln, worin zwei chemisch verschiedene Stoffe vorkommen *).

---

*) Vom Willen unabhängige Muskelfasern des Schluckdarms einer Kuh, einige Stunden nach dem Tode. Es sind dünne, gerade Fasern, welche, mit Essigsäure behandelt, sehr durchscheinend werden und viele verlängerte Keime zeigen; manche schwellen stark an und werden länglich rund, körnig.

Nach ein- oder zweitägigem Verweilen in concentrirter Kalilauge (in einem verschlossenen Gefäße) erscheinen sie feinkörnig, formlos; auf Zusatz von Wasser verschwindet die körnige Substanz, und es kommen sehr dünne, scharf begrenzte Fäden zum Vorschein, die sich bisweilen verzweigen und untereinander vereinigen (Fig. 162). Sie sind als Kernfasern oder elastische Fasern zu betrachten.

In Sublimatlösung werden sie körnig (nach zwei Tagen).

In Gerbsäure undurchsichtig.

In Schwefelsäure nach achtundvierzig Stunden gelatinös geschwollen. Man sieht die dünnen elastischen Fasern mit krummlinigem Laufe hindurchscheinen.

Die Muskelfasern der mittleren Arterienhaut sind nach vierstündigem Verweilen in Kali breit, platt und durchscheinend geworden, nicht körnig. Das elastische Gewebe der Arterien hat selbst nach vierundzwanzigstündiger Einwirkung von Kali seine Form beibehalten, aber die Fasern lassen sich dann leicht von einander trennen. Die Fasern sind dünner als die des Nackenbandes, aber verhalten sich diesen im Uebrigen vollkommen gleich. Es findet also eine bestimmte Verschiedenheit zwischen den elastischen und den vom Willen unabhängigen Muskelfasern der Arterien Statt.

Die chemische Zusammensetzung der Muskeln als solche zu kennen, hat daher nur technischen Werth. **Berzelius** hat sie bereits vor vielen Jahren mit großer Sorgfalt untersucht. Mit Blut und Ernährungsflüssigkeit getränkt, enthalten sie 77 % Wasser und 5 % in kaltem Wasser auflösliche Bestandtheile. In 100 Th. Muskelsubstanz sind also 18 % in kaltem Wasser unauflösliche Stoffe vorhanden, welche durch Kochen hart werden und dann, die Gefäßwände, einiges Fett u. s. w. ausgenommen, hauptsächlich Proteinbioxyd erzeugen, welches sich in Säuren viel schwieriger auflöst als die Muskelfasern selbst und daher schwer verdaulich ist.

---

Durch keins der Reagentien verändert, bilden letztere platte, reine, durchsichtige Fasern.

Die Muskelfasern der Ringfaserhaut der Arterien sind nach vierstündigem Verweilen in Kalilauge geschwollen und einiger Maaßen granulös. Durch Zusatz von Wasser wird fast Alles aufgelös't, nur bleiben feine, gekräuselte, deutlich begrenzte Fasern zurück.

**Vom Willen unabhängige Muskelfasern aus dem Dickdarm eines erwachsenen Menschen.** Dünne, platte durchscheinende Fäden (Fig. 164, a), wenn sie isolirt sind; in Masse gesehen, erscheinen sie rauh an der Oberfläche (b). Durch Einwirkung von Essigsäure werden sie viel blasser (c), schwellen nicht stark an, aber zeigen sehr viele verlängerte Kerne (1), und hier und da dünne elastische Fasern (2).

Concentrirte Salpetersäure nach Zusatz von Ammoniak färbt sie gelb.

Von der unteren Hälfte des oesophagus sind sie deutlicher, platt, ebenfalls durchscheinend; Essigsäure bringt auch hier viele Kerne und Kernfasern zum Vorschein.

**Vom Willen unabhängige Muskelfasern der Eingeweide eines Frosches.** Die Fäden sind, nachdem sie einige Stunden in concentrirter Essigsäure gelegen haben, hell durscheinend, feinkörnig, mit einzelnen hervorragenden körnigen Körperchen versehen.

Durch mehrstündige Einwirkung von Gerbsäure werden die Bündel undurchsichtig und rauh; die Faser wird ebenfalls rauh, aber bleibt durchsichtig. Auf der Oberfläche der Bündel sieht man viele körnige Theilchen.

Nach mehrstündigem Verweilen in Sublimatlösung werden die Bündel dunkel, körnig und sind schwer in Primitivfasern zu spalten.

In Alkohol werden die Primitivfasern nach einigen Stunden an den Kanten wie haarig, durchscheinend; die Bündel erhalten ein körniges Ansehen. Es ist kein sarcolemma zu sehen.

Concentrirte Schwefelsäure macht die Bündel nach einigen Stunden sehr gelatinös, durchscheinend; doch aleiben sie noch mehr oder weniger faserig. Auf Zusatz von Wasser ziehen sie sich zusammen, werden undurchsichtig, faserig und körnig, und sind nichts weniger als homogen. Nach Behandlung mit Kalilauge, und nachdem das schwefelsaure Kali ausgewaschen ist, bleibt eine feinkörnige, faserige Substanz übrig. (**Donders** und M.)

Was sich von den durch Auspressen mit kaltem Wasser extrahirten zerkleinerten Muskeln in kochendem Wasser auflöst, ist zum Theil aus den Primitivfasern gebildetes Proteintritoxyd; ferner Leim vom Bindegewebe stammend. Kocht man einen Muskel unmittelbar aus, ohne ihn zuvor fein gehackt mit kaltem Wasser ausgeknetet zu haben, so bleibt außer Proteinbioxyd noch coagulirtes Eiweiß, vom Blutserum herrührend, als unlösliche Verbindung zurück, während das Dekokt Leim, ferner Proteintritoxyd von den Muskelfasern und von dem Fibrin und Albumin des Blutes, und noch viele andere Bestandtheile enthält, welche theils von dem in den Muskeln vorkommenden arteriellen und venösen Blute, theils von dem Serum der Blutgefäße, theils von den Nerven und theils von dem leimgebenden und Fett-Gewebe abstammen.

Ein mit kaltem Wasser bereitetes Fleischextrakt enthält daher Albumin und coagulirt beim Erwärmen, ferner organische Salze, welche zum Theil in Alkohol auflöslich sind, Salze von Kali, Natron, Kalk, Magnesia, Ammoniak, außerdem Chlorcalcium, Chlornatrium und Chlorkalium. Damit gemengt erhält man kohlensaures Kali und Natron und phosphorsauren Kalk, welche Salze durch extraktartige Stoffe im Alkohol auflöslich geworden sind. In Alkohol ungelöst bleiben größere Mengen phosphorsaures Natron und phosphorsaurer Kalk.

Vom Alkohol werden viele extraktartige Körper aufgenommen, welche man unter dem Collektivnamen von Osmazom zusammengefaßt hat. Es ist dies ein Gemenge verschiedenartiger, während des Eindampfens sich bräunender Stoffe, deren Abstammung sich kaum andeuten läßt. Sie gehören theils dem Fibrin des Blutes an; denn Fibrin giebt an Alkohol ein rothes Extrakt ab, wenn man es mit Wasser kocht und die Masse, welche nach dem Verkochen des Wassers zurückbleibt, mit Alkohol auszieht; zum Theil können sie auch in dem Blute und in den Nerven vorhanden gewesen, theils

auch während des Eindampfens durch Zersetzung aus anderen Stoffen gebildet sein. Endlich kommen in dem Alkoholextrakt auch die Fette der Muskelmasse und die Salze der fetten Säuren aus dem Blute vor, welches den Muskel erfüllte.

Absoluter Alkohol nimmt aus dem wässrigen Extrakte ähnliche extraktartige Stoffe auf, als in dem Extrakte des Urins vorkommen. Es sind dies Bestandtheile des Blutes, welche durch die Nieren abgesondert werden. Sublimat schlägt einen Theil derselben nieder, basisch essigsaures Bleioxyd einen andern und läßt einen dritten Bestandtheil aufgelöst.

Aus dem unaufgelösten Extrakt zieht Alkohol von 0,833 eine gelbe Materie aus, welche durch Galläpfelinfusion und Sublimat, nicht durch neutrales essigsaures Blei noch Zinnchlorür gefällt wird.

Der in Alkohol von 0,833 unlösliche Rückstand ist ein dunkelbraunes Extrakt, wovon ein Theil durch Sublimat, ein anderer durch Zinnchlorür fällbar ist, und worin noch verschiedene andere Extrakte vorkommen (s. Berzelius Chemie, Bd. 9, S. 575).

Chevreul fand noch eine krystallisirbare Substanz, Kreatin, in dem alkoholischen Extrakte von eingedampfter Bouillon, eine geruch- und geschmacklose Verbindung, die, außer von Wöhler, nicht wieder darin aufgefunden ist.

Der eigentliche elementare Hauptbestandtheil der Muskeln, nämlich die Substanz der Primitivfasern, ist hinsichtlich seiner chemischen Natur nicht genau gekannt. Es läßt sich mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, daß sie mit Fibrin übereinstimmt, worin Proteinbioxyd eingemengt ist. Ueber die Substanz, welche die Primitivfasern trennt, läßt sich für jetzt noch nichts mit Bestimmtheit angeben. Sie verhält sich übrigens, gleich den Fasern, wie eine Proteinverbindung, und theilt mit jenen auch die chemischen Eigenschaften, nämlich in concentrirter Essigsäure sich aufzulösen und in ver-

dünnter Essigsäure gallertartig und durchscheinend zu werden; außerdem besitzt sie alle Eigenschaften des Proteins. Die Angabe, daß kohlensaure Alkalien die Primitivbündel hart machen (Ficinus), beruht gewiß auf einem Irrthume. In sehr verdünnter Salzsäure verhalten sie sich gleich dem Fibrin (Bouchardat)*), sie werden bei gewöhnlicher Temperatur gallertartig und lösen sich später auf.

Die rothe Farbe der Muskel rührt allein von dem in dem Capillargefäßsysteme derselben enthaltenen Blute her. Mit Wasser ausgespritzt ist jeder Muskel farblos und enthält daher keinen besondern Farbstoff, noch, wie man sich vorgestellt hat, außer im Capillargefäßsysteme eine andere färbende Materie. Mit Oel ausgespritzt, behielten die Muskeln bei lebenden Thieren nur eine gelbliche Farbe. Nach dem Tode glückte dieser Versuch nicht mehr vollständig, weil alsdann das coagulirte Blut nicht ganz entfernt werden konnte. Die einzige Ursache der rothen Farbe ist das Blut**).

Die Zusammensetzung der Muskeln durch die Elementaranalyse zu bestimmen, ist unausführbar. Wir würden ein Gemenge von sehr verschiedenen Stoffen verbrennen, ein aus Muskelfasern, Bindegewebe, den Häuten der Blutgefäße und Nerven zusammengesetztes Gewebe. Haben demnach Playfair und Böckmann***) die Zusammensetzung der Muskeln mit der des Blutes vollkommen identisch gefunden, welches ebenfalls aus einem Gemenge vieler Substanzen besteht, und worin ganz andere Verbindungen enthalten sind als in den Muskeln, so mag daraus gefolgert werden, daß es manchmal unmöglich ist, sehr wesentliche Verschiedenheit in

---

*) Scheik. Onderz. Deel II, p. 578.

**) A. Luijten. De muscolorum rubore. Dissertatio inauguralis, 1840.

***) Liebig, Physiol. Chemie, 2te Aufl., S. 290.

| | Ochsenfleisch. | | Ochsenblut. | |
|---|---|---|---|---|
| C | 54,42 | 54,18 | 54,19 | 54,20 |
| H | 7,89 | 7,93 | 7,48 | 7,65 |
| N | 15,67 | 15,71 | 15,72 | 15,73 |
| O | 22,32 | 22,18 | 22,31 | 22,12. |

der Zusammensetzung durch die Elementaranalyse zu entdecken.

Adriani hat inzwischen die Analyse der Muskeln wiederholt und Resultate erhalten, denen zufolge ihre Zusammensetzung einen andern Charakter erhält. Muskeln, nach Art der Proteinbereitung in verdünnter Kalilauge gelöst und mit Essigsäure gefällt, oder in Essigsäure aufgelöst und mit kohlensaurem Ammoniak präcipitirt, gaben Zahlen, welche ungefähr die Zusammensetzung von Proteinbioxyd ausdrücken und der Formel $C_{40} H_{62} N_{10} O_{14}$ *) entsprechen. Fibrin, auf gleiche Weise behandelt, giebt dasselbe Resultat; es nimmt aus der Luft leicht Sauerstoff auf **).

In Massen der Elementaranalyse unterworfen, liefern die Muskeln nach den Versuchen von Adriani ein Resultat, welches der Zusammensetzung einer Proteinverbindung nahe entspricht, welches aber bei dem Gehalte an leimgeben-

---

*) Muskelfleisch, mit kaltem Wasser, Alkohol und Aether ausgezogen, in Essigsäure gelös't, filtrirt und mit kohlensaurem Ammoniak gefällt, gab folgende Zahlen:

| | gef. | At. | ber. |
|---|---|---|---|
| C | 53,91 | 40 | 53,36 |
| H | 7,15 | 62 | 6,75 |
| N | 15,24 | 10 | 15,45 |
| O + S | 23,70 | 14 | 24,44 |

Muskel, im kaustischen Kali (1 Th. auf 40 Th. Wasser) gelös't, filtrirt, mit Essigsäure gefällt, mit Wasser ausgewaschen und dann mit Alkohol und Aether ausgezogen, gaben Adriani nachstehende Zahlen:

| | |
|---|---|
| C | 53,83 |
| H | 7,11 |
| N | 15,38 |
| O | 23,68 |

Aus jenen Versuchen geht deutlich hervor, daß man hier vorzugsweise Proteinbioxyd und nicht bloß Protein hat, weshalb ich auch, namentlich auf die zuletzt angeführte Analyse mich stützend, der Ansicht bin, daß die Primitivfasern der Muskeln nicht aus Protein bestehen. Welcher der beiden Bestandtheile der Primitivfasern Proteinoxyd ist, ob die dickeren Kügelchen oder die dazwischen liegenden dünneren Theile, ist schwer zu ermitteln. Der etwas zu groß gefundene Kohlenstoffgehalt scheint von einer anderen sauerstoffärmeren eingemengten Proteinverbindung herzurühren.

Obschon es für jetzt noch unentschieden bleiben muß, woraus die zwischen den Primitivbündeln befindliche Substanz besteht, so glaube ich wenigstens annehmen zu dürfen, daß nicht bloß Fibrin in den Muskeln enthalten, und daß die Primitivfaser keineswegs mit Fibrin identisch ist.

**) Scheik. Onderz. Deel I, p. 568.

den Geweben und den Häuten der Arterien, Venen, Wassergefäße, Capillargefäßen und Nerven als solches werthlos ist*). Derartige Versuche beweisen zu viel, und eben darum nichts. Die Analysen von Adriani weichen indessen beträchtlich von denen Playfair's und Böckmann's ab, und die Natur der Muskeln beweist auch, daß letztere unmöglich richtig sein können. Der Kohlenstoffgehalt der Muskelmasse insgesammt muß nämlich geringer ausfallen, weil eine ansehnliche Menge leimgebendes Gewebe darin vorkommt, welches bei der Analyse 50,37 % Kohlenstoff liefert. Die Stickstoffmenge muß aus demselben Grunde größer sein, als Playfair und Böckmann gefunden haben, da der Leim 18 % Stickstoff enthält.

---

*) Scheik. Onderz. Deel III. Muskelfleisch einer Kuh, mitten aus der Muskelmasse genommen, fein zerschnitten, mit kaltem Wasser ausgepreßt und darauf mit warmem Wasser, Alkohol und Aether ausgezogen:

| | | |
|---|---|---|
| C | 53,34 | 52,91 |
| H | 7,23 | 7,30 |
| N | 16,31 | |
| O | 22,71 | |
| S | 0,41 | |

Freier Phosphor war nicht darin vorhanden; der Schwefelgehalt nähert sich dem des Fibrins.

Schloßberger hat (Berzelius Jahresbericht 1843, S. 607) Fleisch von mehreren Thieren analysirt. Er fand in dem der Fische und Krebse keine Blutkörperchen, aber in dem der letzteren eine Art Pigment, welches sich den Fetten oder Harzen nähert. Bei älteren Individuen wird die Wasserquantität in dem Fleische geringer, und in demselben Verhältnisse nehmen Fibrin und die Blutkörperchen zu.

| | Fleisch vom | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ochsen. | Kalbe. | Kalbe. | Schweine. | Hirsch. | Taube. | Küchlein. | Karpfen. | Forelle. |
| Fibrin, Bindegewebe u. s. w. | 17,5 | 15,0 | 16,2 | 16,8 | 18,0 | 17,0 | 16,5 | 12,0 | 11,1 |
| Uncoagul. Albumin u. Cruor | 2,2 | 3,2 | 2,6 | 2,4 | 2,3 | 4,5 | 3,0 | 5,2 | 4,4 |
| Alkoholextract mit Salzen | 1,5 | 1,1 | 1,4 | 1,7 } | 2,4 | 1,0 | 1,4 | 1,0 | 1,6 |
| Wasserextract mit Salzen | 1,3 | 1,0 | 1,6 | 0,8 } | | 1,5 | 1,2 | 1,7 | 0,2 |
| Knochenasche mit Thierstoffen | — | 0,1 | — | — | 0,4 | — | 0,6 | — | 2,2 |
| Wasser und Verlust . . . | 77,5 | 79,7 | 78,3 | 78,3 | 76,9 | 76,0 | 77,3 | 80,1 | 80,5 |

## Blutgefäße.

Bei den höheren Thierklassen unterscheiden wir zwei Arten Blut führender Gefäße, nämlich Arterien und Venen. Zwischen ihnen steht einerseits das Herz, andererseits das sogenannte Capillargefäßsystem, welches beide vereinigt. Das Gefäßsystem ist also ein continuirlicher Kanal, welcher aus Herz, Arterien, Capillargefäßen und Venen besteht, welche letztere das Blut wieder zum Herzen zurückführen. Die Arterien und Venen lassen sich, was ihren physiologisch-chemischen Charakter anlangt, kurz abhandeln, weil sie aus einem Aggregat von Elementarformen bestehen, welche wir bereits kennen gelernt haben. Die Bekleidung der Arterien besteht, wenn wir von innen nach außen fortschreiten, zuerst aus einfachem blättrigen Epithelium (Fig. 172) (s. S. 545), einer dünnen Zellenschicht mit Kernen, die sich auf der Bauchhaut und an anderen Stellen findet. Die zweite Schicht wird gestreifte oder gefensterte Gefäßhaut genannt und besteht aus mehreren Faserschichten (Fig. 170 und 165, 5), die in einer Membran in einiger Entfernung von einander liegen, in der Regel der Länge nach über einander geschichtet und durch viele Verzweigungen unter einander vereinigt. Die dritte Lage ist ein dichtes Agglomerat einer Menge von Plättchen, welche aus starken, der Länge nach verlaufenden elastischen Fasern bestehen (Fig. 165, 3, 166 1, 167, 1 und 169), mit denen Muskelfasern (Fig. 171 a) sehr innig verwebt vorkommen. Sie heißt tunica fibrosa muscularis. Die vierte Schicht, die tunica elastica (Fig. 165, 2), besteht aus longi-

---

Bei den Insekten findet man die Muskelbündel frei von Bindegewebe; es läßt sich daher von den Hautmuskeln jener Thierchen sehr bequem Muskelbündelstoff zur Untersuchung erhalten. Jene Muskelbündel stimmen mit denen anderer Thiere vollkommen überein, aber haben etwas stärker hervortretende Querstreifen, und besitzen außerdem viel dickere Primitivbündel, worin man die oben erwähnten Kügelchen deutlich unterscheidet.

tudinal verlaufenden elastischen Fasern und ist durch eine fünfte Hülle bedeckt, die tunica adventitia (Fig. 165, 1).

In der zweiten, dritten, vierten und fünften Haut macht elastisches Gewebe den Hauptbestandtheil aus und ist in der tunica adventitia mit sehr vielen Fäden des leimgebenden Gewebes verwebt, mit einer geringeren Menge in der tunica elastica, während die tunica fibrosa circularis Fasern und Lamellen des elastischen Gewebes, der willkürlich nicht beweglichen Muskeln und vielleicht einige Fäden des leimgebenden Gewebes enthält. Die gestreifte Gefäßhaut besteht bloß aus elastischem Gewebe.

Die Zusammensetzung der Bekleidung der Arterien ist also sehr einfach: sie enthält elastisches Gewebe in Fasern von verschiedener Dicke und Richtung, Fasern des leimgebenden Gewebes und der vom Willen unabhängigen Muskeln, mit Nerven und Haargefäßen verwebt.

Scherer, welcher die mittelste Schicht analysirte, hat ein Gemenge von elastischem und Muskel-Gewebe verbrannt (mit Nerven und Haargefäßen) (Ann. der Pharm., Bd. 40) *).

---

*) Die Aorta des Menschen. Querdurchschnitt der zuerst getrockneten und darauf in Wasser eingeweichten Materie (Fig. 165, 166 und 167). Nach Einwirkung von Essigsäure wird die tunica adventitia (Fig. 165, 1) durchscheinend und hinterläßt wenige und dünne elastische Fasern, die ohne Zweifel der tunica elastica (2) angehören, in welche sie allmälig übergeht, und welche eine größere Anzahl und dickere elastische Fasern (Fig. 168) enthält; die darauf folgende fibrosa circularis (Fig. 165, 3) bleibt viel dunkler und die Fasern weichen darin weit weniger auseinander; sie besteht aus vielen Lamellen, welche in gleichmäßiger Entfernung (Fig. 166, 1 und 167, 1) parallel laufen, und deren jede für sich ein Agglomerat in verschiedenen Richtungen einander durchsetzender, durchscheinender elastischer Fasern (Fig. 169) ist, die weiter nach außen keine Zwischenräume lassen. Zwischen jenen Lamellen kommen die Muskelfasern mit dünnen elastischen Fasern vor (Fig. 166, 2 und 167, 2). Die Längsfaserhaut ist mehr körnig (Fig. 165, 4) von querdurchschnittenen Muskelfasern. Die gestreifte Haut (Fig. 165, 5) besitzt mehrere parallele Streifen; wenn die Plättchen, woraus sie besteht, sich umwenden, so sieht man feine Fasern (vgl. Fig. 170), die nicht in Essigsäure verschwinden. Darauf folgt das Epithelium.

Nach sechsstündiger Einwirkung von Kali und Wasser, werden bis auf die elastischen Fasern die tunica adventitia und tunica elastica aufgelös't; während in der fibrosa circularis das zwischen den elastischen Plättchen vorkommende Gewebe noch seine faserige Beschaffenheit behält; die ge-

Die Venen besitzen keine vom Willen unabhängige Muskelfasern, enthalten aber im Wesentlichen ähnliche Häute

---

streifte Haut löſ't sich in durchscheinenden zusammenhängenden Fasern von der übrigen Masse ab.

Bei der Aorta einer Kuh zeigt der Querdurchschnitt ebenfalls nach Einwirkung von Kali und Wasser überall elastische Fasern.

Die Fasern haben in den verschiedenen Umhüllungsschichten verschiedene Breite und Dicke; sie sind am dicksten in der fibrosa circularis. Das Epithelium trennt sich und bleibt in Form von Lamellen in der Flüssigkeit suspendirt.

Die Carotis einer Kuh. Die fibrosa circularis (zwischen den elastischen Lamellen), frisch präparirt, zeigt auf der Oberfläche in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen Fasern von elastischem Gewebe mit ihren Verzweigungen. Zwischen diesen Zweigen liegen undeutliche, platte, breite Fasern, ohne scharfe Begrenzung. Durch Essigsäure wird das Ganze, die elastischen Fasern ausgenommen, durchscheinend, aber bei weitem nicht in dem Grade wie Bindegewebe, sondern mehr wie die vom Willen unabhängigen Muskelbündel. Hier und da sieht man die Grenzlinien jener undeutlichen Fasern, ohne dazwischenliegende elastische Fasern, welche letztere auch mit den vom Willen unabhängigen Muskelfasern jener Bekleidungsschicht nicht unmittelbar in Verbindung zu stehen scheinen. Ueberall schimmern indeß die tiefer liegenden elastischen Fasern hindurch. Die Fasern der vom Willen unabhängigen Muskeln haben sich nach siebenstündiger Einwirkung von concentrirtem Kali isolirt und bestehen aus durchscheinenden Fäden mit unebnem Rande und sind mit einer Menge in der Substanz vertheilten Körnchen versehen. Sie enthalten demnach zwei Stoffe; auf Zusatz von Wasser löſ't sich zuerst die durchscheinende Substanz auf; die körnige Verbindung leistet längeren Widerstand, aber wird zuletzt auch von der verdünnten Lauge gelöſ't. — Die elastischen Fasern bleiben unverändert übrig.

Die gestreifte Haut (Fig. 170), ebenfalls frisch präparirt, zeigt nach der inneren, Epitheliumseite hin sehr viele dicht an einander liegende, fast parallel laufende dünne Fäserchen, die sich unter spitzen Winkeln vereinigen und keine sichtbare Theile einschließen. Jene Fasern laufen in der Richtung der Arterie, worauf die Muskelfasern der fibrosa circularis rechtwinklig stehen. Die Fasern der gestreiften Haut scheinen in einem Häutchen zusammenzuhängen. Durch Essigsäure wird das Ganze mehr durchscheinend; aber die Fasern bleiben unverändert. — Bei der Ausdehnung biegen sich die Ränder stark um. Nach siebenstündigem Verweilen in concentrirter Kalilauge bleibt die Substanz unverändert, durch Zusatz von Wasser ebenfalls; auch die Membran, worin die Fasern liegen. Wahrscheinlich ist sie daher auch elastisches Gewebe.

Die elastische Haut besteht aus elastischen Fasern (vgl. Fig. 168), welche Maschen bilden, deren größte Dimension in der Richtung der Arterien liegt.

Die Längsfaserhaut fehlte hier.

Ein Querdurchschnitt, vier Stunden in concentrirter Kalilauge gelegen und darauf mit wenig Wasser befeuchtet. Man sieht in der elastischen Haut die Durchschnitte der longitudinal verlaufenden elastischen Fasern, welche einige concentrische Lagen um die Arterie bilden und dicht zusammenliegen; wenn eine jener Schichten sich umwendet, so sieht man das Netz der elastischen Fasern mit engen Maschen. Die fibrosa circularis hat ihre Muskelfasern verloren und zeigt lange Fibern (Lamellen) von elastischem Gewebe.

Die gestreifte Haut erscheint als dunkler ziemlich breiter Rand von quer durchschnittenen elastischen Fasern.

wie die Arterien. Sie bestehen aus Schichten aufeinandergehäufter Fäden des elastischen Gewebes (Fig. 176 a, b, c und d, und Fig. 178) und aus Fasern vom leimgebenden Gewebe (Fig. 177). Die Fibern jener beiden Elementarformen wechseln mit einander ab und sind so vertheilt, daß die elastischen Fasern dem Lumen des Gefäßes zugekehrt (Fig. 173, a, 2 u. Fig. 174, a, 2), zwar dünner, aber in größerer Anzahl vorkommen, während sie nach außen hin (Fig. 173, a, 1, 174, a, 1 und 176, a) dicker werden und mehr mit Fasern des Bindegewebes (Fig. 173 und 174, b, 2) gemengt sind *).

---

Die elastischen Fasern liegen demnach in der Richtung der elastischen Haut; sie gehen nach Außen allmälig in die feinen elastischen Fasern der tunica adventitia über; nach Innen zu hängen sie mit denen der fibrösen Schicht zusammen. In der fibrösen Haut findet man einzelne breitere elastische Plättchen, deren äußerste aus Fasern mit kleinen Maschen bestehen; die inneren sind mehrere zusammenhängende Scheiben, worin nur kleine Oeffnungen übrig bleiben. Zwischen jenen Scheiben liegen große Räume, die mit Zirkelfasern der vom Willen unabhängigen Muskeln und mit dünnen elastischen Fasern erfüllt sind. In der gestreiften Haut laufen die Fasern hauptsächlich longitudinal.

Letztere weicht in Kalilauge leicht los.

Einige Fäden aus der mittelsten Haut der großen Arterie des Schaafes genommen (Fig. 171, a) werden durch Essigsäure (b) zwar durchscheinend, aber nicht mehr als die vom Willen unabhängigen Muskelfasern, und man sieht darin eine Menge regelmäßig vertheilter Kerne mit feinen elastischen Fäserchen.

Die carotis interna eines Schaafes verhält sich in Essigsäure wie die obige Carotis. In der adventitia kommen dünne elastische Fasern vor, mit vielen Fasern der tela conjunctiva; die tunica elastica besteht aus dicht zusammenliegenden Plättchen elastischer Fasern, deren Anzahl sechs oder sieben beträgt, die wenig von einander weichen und also wenige Fasern der tela conjunctiva besitzen. Die Ringfaserhaut besteht aus willkürlich nicht beweglichen Muskelfasern, zwischen denen dünne elastische Fasern und in regelmäßigen Abständen Plättchen von elastischen Fasern gefunden werden. Die gestreifte Haut besteht aus einer Reihe von Scheiben, aus feinen Fasern von elastischem Gewebe zusammengesetzt.

Die arteria intercostalis eines Schaafes zeigt auf dem Querdurchschnitte dieselben Häute wie die größeren Arterien.

Die arteria coeliaca des Menschen verhält sich ebenso; aber die elastischen Fasern sind mehr fadenförmig und weniger platt.

Ein Querdurchschnitt der getrockneten Aorta, mit concentrirter Salpetersäure erwärmt und darauf im Uebermaaß mit Ammoniak versetzt. Ein Theil der Membranen wird dunkelgelb, das Uebrige bleibt ungefärbt. Aber welche von den Umhüllungsschichten gelb werden — welche also Muskelfasern enthalten — ist nicht genau zu bestimmen. Ohne Zweifel befindet sich unter diesen die Zirkelfaserhaut. (Donders und M.)

*) Die vena subclavia einer Kuh. Längendurchschnitt (getrocknet). Im

Das Capillargefäßsystem verdient vorzugsweise unsere Beachtung; es geht darin das arterielle Blut in venöses über und ist daher, da das Blut allen Theilen des Körpers die Nahrungsstoffe zuführt, der Ort, wo eine der wichtigsten Metamorphosen des Körpers Statt hat. Aus dem darin enthaltenen Blute nehmen die benachbarten einfachen Theile des Organismus, was sie zu ihrer Nahrung und Unterhaltung bedürfen.

Man darf übrigens nicht meinen, daß das Capillarsystem selbst dabei eine thätige Rolle spiele, oder daß die Wände der Capillargefäße an und für sich auf den Stoff-

---

Wasser sieht man einzelne Lagen von elastischen Fasern, die mit anderen abwechselnd in der Richtung der Vene verlaufen (vgl. Fig. 173, a); auf dem Querschnitte erblickt man die Schichten gleichfalls und die elastischen Fasern quer durchschnitten (vgl. 174, a und 175). Wenn hierauf Essigsäure eingewirkt hat, so erscheinen die elastischen Fasern in den äußersten Schichten (Fig. 174, a, 1 und 176, a) so breit, als in der elastischen Hülle der Arterien; nach innen zu sind jene Fasern dünner (Fig. 174, a, 2) und bilden mehr und mehr elastische Lamellen (Fig. 176, b, c und d). Die dazwischen liegenden Bündel (Fig. 173, b und 174, b) sind durch die Essigsäure stark angeschwollen und bestehen aus Bindegewebe (Fig. 177), welches die Schichten des elastischen Gewebes von einander trennt. Diese Schichten weichen nach der Innenseite zu viel weniger von einander (Fig. 173, b, 1 und 174, b, 1); hier sind also weniger Bindegewebsfäden zwischen den elastischen Plättchen eingelagert.

Die breiten elastischen Fasern sind hier und da in der inneren Haut so dicht mit einander verwebt, daß sie ihre Faserform ganz verloren haben und mehr einer Scheibe mit kleinen Oeffnungen (Fig. 176, d) gleichen.

Unter den Schichten der elastischen Fasern finden sich Lagen von Bindegewebsfäden. Demzufolge bestehen die Venen aus Faserschichten und Lamellen des elastischen Gewebes — letztere nach der Innenfläche der Vene zu — und aus Lagen von Bindegewebsfasern. Vom Willen unabhängige Muskelfasern wurden nicht beobachtet. Durch Essigsäure schwellen die Fasern zwischen den elastischen Schichten sogleich an und werden durchscheinend. In der gestreiften Haut erscheinen die Fäserchen nach sechszehnstündiger Einwirkung von Aetzkali und Zusatz von Wasser ein wenig geschwollen (Fig. 178). Das Bindegewebe hat sich aufgelös't, die elastischen Fasern und Plättchen sind unverändert.

Eine Klappenmembran aus derselben Vene sieht man nach der Färbung mit Jodtinktur von einem ungefärbten durchsichtigen Saume, dem Epithelium, umgeben.

Eine andere Venenklappe, mit Essigsäure behandelt, wird augenblicklich sehr durchscheinend, und es verschwinden darin die Bindegewebsfäden. Es zeigen sich nur wenige elastische Fasern, die hier sehr dünn sind. In Kali lös't sich die Klappenhaut nach Zusatz von Wasser bis auf einzelne Fasern sehr rasch auf. (Donders und M.)

wechsel Einfluß üben; vielmehr scheint es nur dazu zu dienen, um die Ernährungsflüssigkeit nach den verschiedenen Elementarformen, die es durchsetzt, hin- und zurückzuführen; außerhalb des Capillarsystems, nicht in demselben ist der Ort der Thätigkeit, wo die chemischen Umsetzungen erfolgen. Nichtsdestoweniger ist dasselbe für das thierische Leben und für alle Funktionen der Organe von der höchsten Wichtigkeit, weil von diesem dünnen Röhrensysteme die Möglichkeit eines sehr complicirten Stoffwechsels im thierischen Organismus abhängt, der im Pflanzenreiche nie stattfinden kann. Nur vermag es nicht selbst die Stoffe zu erzeugen, welche außerhalb der Capillaren die verschiedenen Elementarformen zusammensetzen.

Das Capillargefäßsystem besteht aus sehr feinen Röhrchen, welche da beginnen, wo die Arterien endigen, und aufhören, wo die Venen ihren Anfang haben. Sie vermitteln also die Communication zwischen den Arterien und Venen, obschon diese Verbindung nur durch äußerst enge Kanäle stattfindet. Wir lernen daraus, daß es nicht das Capillarsystem ist, wodurch die Verwandlung des arteriellen Blutes in venöses geschieht, wenngleich die Veränderung in demselben vor sich geht.

Die Röhrchen erleiden keine Unterbrechung, was unter Anderen daraus hervorgeht, daß die Blutkörperchen in diesen feinen Kanälen zwar verlängert erscheinen, aber doch mit derselben Gestalt durch die Venen zurückkehren, mit der sie die Arterien verlassen haben. Das Haargefäßsystem ist ein feines Netzwerk von Gefäßen, welche sich nicht weiter theilen, keine feineren Zweige mehr abgeben, aber auf vielfache Weise mit einander Gemeinschaft haben.

Ein solches Gefäßsystem findet man in allen Organen, welche nicht zu den S. 543 genannten Epitheliumgeweben gehören. Manche Gewebe, wie die der Sehnen, Bänder und Knorpel oder auch die sekundären Bündel derselben sind nur

von außen gleichsam damit umsponnen und empfangen daher die Nahrungsflüssigkeit aus sehr großer Entfernung. Nach jedem anderen Organe gehen eine oder mehrere Arterien, und eine oder mehrere Venen treten aus demselben wieder heraus. Diese bilden mit einander ein gemeinschaftliches Capillarsystem, auch wenn die Gewebe, woraus das Organ besteht, noch so verschieden sind. Die Zweige der Capillargefäße gelangen dadurch, daß sie in allen Richtungen einander durchkreuzen und in unendlicher Anzahl vorhanden sind, sehr in die Nähe der Elementartheile eines jeden Gewebes, aber haben doch mit den meisten derselben keine unmittelbare Gemeinschaft; sie sind zu weit im Vergleich mit den Primitivfasern oder Primitivkügelchen, wenn man die Fett- und Drüsenzellen ausnimmt, bei denen man eine unmittelbare Verbindung mit Capillargefäßen beobachtet hat. In vielen Organen, wie in den Muskeln, wird ein Primitivfaserbündel von Capillargefäßen umsponnen, während die Drüsenkanälchen auf ähnliche Weise von einem Gefäßnetze umgeben sind (Henle, S. 475).

Das Blut durchströmt nicht jeden Theil des Capillargefäßsystems mit derselben Geschwindigkeit. Einen großen Einfluß auf dieselbe hat die größere oder geringere Vertheilung der Arterien und die größere oder kleinere Anzahl der Stämme, bevor sie in Capillargefäße übergehen. In den Lungen sieht man diesen Uebergang zuweilen plötzlich eintreten, und das Blut würde in Folge davon um so schneller circuliren können, wenn das Lumen der Capillargefäße hier nicht sehr klein wäre. Uebrigens ist jenes Lumen in den einzelnen Organen von sehr verschiedener Größe. Je weiter die Gefäße, um desto rascher wird bei übrigens gleichen Umständen die Strömung des Blutes sein.

Daß die schnellere oder langsamere Bewegung des Blutes im Capillargefäßsysteme einen großen Einfluß auf den Austausch der Stoffe ausüben muß, welche, nachdem sie die Wände der Capillarröhrchen durchdrungen haben, die Ele-

mentartheile des Körpers zusammensetzen, ergiebt sich von selbst. In manchen Organen, wo die Capillargefäße so eng sind, daß sie kaum die Blutkörperchen hindurchlassen, wo also die Strömung des Blutes sehr gehemmt wird, verweilt die Ernährungsflüssigkeit länger, und ihr Einfluß auf die benachbarten Theile der Gewebe, von denen sie nur durch die dünnen Wände der Capillargefäße getrennt ist, wird dadurch um so anhaltender. Ein lebhafterer Austausch der inneren und äußeren Flüssigkeit muß die Folge davon sein. In den Lungen, wo die kleinen Gefäße nach den Messungen von Valentin sehr eng sind, ist — obgleich in einem kurzen Zeitraume viel Blut die in diesem Organe so mannigfachen Verzweigungen des Capillargefäßsystems durchströmt — die Bewegung desselben in den einzelnen Gefäßen doch nur langsam; die Aufnahme des Sauerstoffs und Ausgabe der Kohlensäure durch die Gefäßwände sind also daselbst nicht auf einen sehr kurzen Zeitraum beschränkt.

Der Verlauf und die Anzahl der Capillargefäße ist eben so wenig als ihre Weite in allen Organen gleich. Ihre Wände enthalten keine Spur von Fasern, noch andere besonders charakterisirte Bestandtheile. Man erblickt ein hohles Cylinderchen, dessen Wände ganz strukturlos und in Essigsäure unlöslich sind. Wir haben Grund zu vermuthen, daß Proteinbioxyd, wenn auch nicht der einzige, doch einer der Hauptbestandtheile der Capillargefäße ist; unsere Kenntniß derselben ist übrigens noch sehr beschränkt. Hier und da findet man entweder in der Wand, oder unmittelbar auf der Außenseite derselben kleine Körperchen, welche die Größe der Zellenkerne haben und damit auch insofern übereinkommen, als sie Kernkörperchen besitzen. Man hält sie daher für Zellenkerne. Diese Kerne finden sich bei den größeren Capillargefäßen in Menge auf der Außenfläche derselben, wo man noch andere längliche, quer oder der Länge nach liegende Körperchen von verschiedenen Formen erblickt.

Die Capillargefäße besitzen nach außen hin keine sichtbare Oeffnungen. Die ein- und austretenden Flüssigkeiten müssen vielmehr ihre Wände endosmotisch und exosmotisch durchdringen.

Welche Blutbestandtheile die Capillargefäße ausschwitzen, und welche in dieselben wieder zurückkehren, davon wird in dem Capitel von den Sekretionen die Rede sein. Dieses Ein- und Austreten der Blutbestandtheile im Capillargefäßsysteme bewirkt den Unterschied zwischen venösem und arteriellem Blute.

## Lymph- und Chylusgefäße.

Gleich den Venen entstehen aus einem besondern Capillargefäßsysteme die Lymphgefäße, Gefäße, welche, wie auch die Venen, durch Vereinigung vieler kleinerer Stämme immer größere bilden, und die größtentheils in den Ductus thoracicus zusammenlaufen, welcher sich bei dem Menschen auf der linken Seite in den großen Venenstamm entleert, der das Blut von den obern Extremitäten in die rechte Herzkammer leitet. (Die Lymphgefäße bilden ein System mit den Milchgefäßen, die aus der Speiseröhre entstehen und in den Ductus thoracicus übergehen.)

Ein jedes der beiden Gefäßarten hat ein besonderes Capillargefäßsystem, und während letztere den Chylus, oder die aus den Eingeweiden aufgenommenen Stoffe führen, enthalten erstere eine Flüssigkeit, welche von den Arterien in das Capillargefäßsystem übergeht, und indem sie hier die Wände desselben durchdringt, zum fernern Stoffwechsel dient. Der größte Theil der Flüssigkeit, welche durch die Wände der Capillargefäße ausgetreten ist, wird nämlich nicht von den Venen, sondern hauptsächlich von den Lymphgefäßen aufgenommen und durch sie wieder in Circulation versetzt.

Die Lymph- und Chylusgefäße verhalten sich darin den

Venen gleich, daß sie eine Flüssigkeit dem Herzen zuführen und zwar aus allen Theilen des Körpers, wohin die Arterien Blut geleitet haben. Mit einem eigenen Capillargefäßsysteme versehen, nehmen sie durch die Wände desselben ebenso die sie umgebende — wenn vielleicht auch nicht dieselbe — Flüssigkeit in sich auf wie die Venen, und in dem Darmkanale den Chylus oder die Substanz, welche sie aus den Contentis der Eingeweide ausgezogen haben. Sie besitzen ebenfalls keine Oeffnungen, sondern lassen die Flüssigkeit durch die dünnen Wände der äußersten Haargefäße, der Lymph- oder Chylushaargefäße endosmotisch hindurch. Sie bilden ein Netz von Gefäßen, welche oft sehr dicht bei einander liegen.

Mit einem solchen Netze, welches die Fähigkeit besitzt, Flüssigkeit durch sich hindurchzulassen, ist die Oberfläche der Eingeweide und der Haut bedeckt; aber es kommt auch in anderen Theilen des Körpers überall da vor, wo arterielles Blut circulirt; wenigstens hat man es in den Muskeln, dem formlosen Bindegewebe, den Drüsen und selbst in den Wirbeln gefunden.

In den Darmzotten, kleinen im Innern des Darmkanals frei hängenden Papillen, sieht man die Anfänge jener Gefäße am deutlichsten. Man findet auf der Oberfläche einer solchen Papille Zellenkerne, wie auf den Capillargefäßen der Blutgefäße.

Die Wände der vasa lymphatica und lactifera bestehen aus Bindegewebe, mit elastischen Fasern durchwebt.

Hinsichtlich der Flüssigkeit, welche sie führen, ist zu bemerken, daß, da sie keine directe Gemeinschaft mit den Blutgefäßen haben, sie auch nicht die im Blute befindlichen Theile, also keine Blutkörperchen enthalten. Die Flüssigkeiten, welche sich aus den größeren Gefäßen sammeln lassen, sind verschieden, je nachdem das Lymphgefäß in dem einen oder andern Organe entspringt. Namentlich ist zu unterscheiden: die

Lymphe und der Chylus. Ueber beide wird bei den Flüssigkeiten des thierischen Körpers weiter die Rede sein.

## Nervengewebe.

Das Nervengewebe ist unter allen das edelste. Die Materie erfüllt darin die höchsten Funktionen, welche für uns denkbar sind. Durch ein System von Fasern, welches sich aus dem Centralorgane durch den ganzen Organismus vertheilt, werden durch die Sinneswerkzeuge aufgenommene Eindrücke nach dem Gehirne fortgeleitet und gelangen durch dieses zum Bewußtsein, und umgekehrt theilt es von dem Centralorgane aus vielen der Theile des Körpers die Willensäußerung mit. Außerdem werden durch jene Fasern, unabhängig von dem Einflusse des Willens, noch manche andere Erscheinungen hervorgebracht.

Die Nerven sind aus Fasern zusammengesetzt, welche in dem Gehirne entspringen gleich Wurzeln, die sich concentriren und dann einen kleinen Stamm bilden; solcher Stämme vereinigen sich mehrere zu dickeren, welche aus dem Gehirne fortlaufen, und nachdem sie sich abermals in Zweige vertheilt haben, in die Organe eindringen, um hierin durch unendliche Zweigvertheilung endlich die mikroskopischen Theile zu umschlingen und in der Regel durch dasselbe Nervenbündel wieder zum Gehirn zurückzukehren, wo sie gewisse Zellen in der grauen Substanz umwickeln sollen. Sie bestehen also aus geschlossenen Fäden ohne Anfang und Ende, deren feinste Theile die Gehirnzellen und die elementaren Bestandtheile des Körpers umwinden. Nach den Untersuchungen von Hanover und Kölliker hängen auch Nervenfasern mit der globuli nucleati zusammen, und Henle und Kölliker haben in den Pacinischen Körperchen eine Nervenfaser sich endigen sehen.

Die Struktur der Nerven ist zweifacher Art. Wir un-

terscheiden die, welche nach den Muskeln und der Haut gehen, die weißen Nerven, und die, welche nach den Eingeweiden und Blutgefäßen laufen, welche wir graue Nerven nennen.

Die weißen Nerven sind fest, glänzend und auswendig mit einer festen, zum Theil aus Bindegewebe bestehenden Scheide versehen. Durch diese Scheide stehen sie mit den umliegenden Theilen in Verbindung. Inwendig zeigt der Durchschnitt eines Nervs eine Menge kleiner Nerven (Fig. 179, 1), deren jeder in einer Scheide von festem Bindegewebe (4), mit dünnen elastischen Fasern durchmengt, eingeschlossen liegt, und welche unter einander durch loses zelliges Gewebe (2) verbunden sind. Diese kleineren Nerven bestehen wieder aus einer Menge noch kleinerer und dünnerer Nervenbündel, jedes mit einer besondern Scheide umhüllt; dieser dünnere Nervenbündel (Fig. 180) abermals aus kleineren, bis man endlich an ein Bündel (2) kommt, welches zwar zu einem Ganzen vereinigte Nervenfasern, aber keine weiter zerlegbare Bündel mehr enthält. Letztere heißen die Primitivbündel, ihre Fasern Primitivfäden, Primitivfasern oder Primitivröhrchen (Fig. 181 und 182).

Das neurilema, oder die Scheide der Nervenstämme, Nervenzweige und Nervenfasern, giebt beim Kochen mit Wasser Leim, aber wird nicht ganz in Leim verwandelt. Man findet nämlich, außer einem äußerst feinen Capillargefäßnetze, hier und da Fibern des elastischen Gewebes, welche in Essigsäure unauflöslich sind. Das neurilema besteht demnach aus leimgebendem und elastischem Gewebe und aus Capillargefäßen.

In einem Nervenstamme findet man also bis zu den feinsten Nervenbündelchen hin, welche später aus dem Stamme hervorgehen, die einzelnen Bündel mit einer solchen Scheide umgeben, bis man endlich zu den Primitivfasern der Nerven selbst gelangt. Letztere sind Fasern (Fig. 182, a) mit dunklen breiten Rändern, glänzend, weiß und mit einem großen Licht-

brechungsvermögen begabt. Sie laufen entweder der Scheide parallel, oder winklig gebogen, oder liegen auch schlangenförmig gewunden durch einander. Diese Fasern sind äußerst dünn, doch von verschiedenem Durchmesser. Die feinsten findet man in den Gefühlsnerven (Fasern von Bidder und Volkmann), die dickern meistens in denen, welche den Muskeln angehören (Cerebrospinalfasern); in chemischer Beziehung findet übrigens zwischen beiden kein Unterschied Statt. Durch Druck verlieren die Nervenfasern vollständig ihren Inhalt und lassen eine feine Röhre zurück. Woraus letztere besteht, ist unbekannt; aber sie ist nicht leimgebendes Gewebe, wahrscheinlich auch nicht bloß elastisches Gewebe, denn sie wird von Kali nach kurzer Zeit aufgelöst.

Der Inhalt der Nervenfasern, oder die eigentliche Nervensubstanz ist während des Lebens vollkommen homogen, aber nach dem Tode sondern sich die beiden Hauptbestandtheile derselben in eine albuminöse in Wasser vertheilte Substanz und in Fett. Durch Kälte, auch durch Anrühren mit Wasser entsteht diese Trennung in der Art, daß der Inhalt, welcher homogen war, eine Menge Kügelchen bekommt, die zusammenfließen, den mittleren Theil der Faser einnehmen (Fig. 182, b) und ihm Durchsichtigkeit ertheilen, während eine eiweißartige Substanz als dicke Schicht sich an die Innenwand der Scheide anlegt.

Obige Scheidung verdient alle Aufmerksamkeit. Die Hauptbestandtheile der Nervensubstanz sind Fett, Eiweiß und Wasser. Diese sind im Leben gleichförmig gemengt und schieden sich erst nach dem Tode. Essigsäure löst die Proteinsubstanz auf, nicht das Fett; Kali nimmt beide auf, Aether nur das Fett. Die Proteinsubstanz waltet vor; daher macht Essigsäure den Inhalt der Nervenfasern flüssig mit Hinterlassung einer gebogenen dicken Achse (Fig. 184); Kali verändert das Ganze in eine dicke zähe Flüssigkeit und läßt nach Zusatz von Wasser Fett-

kügelchen übrig (Fig. 185); Aether macht es grobkörnig, und die Achse verschwindet (Fig. 186, a).

Die Veränderung, welche die Nervensubstanz kurz nach dem Tode erleidet, ist also kein Gerinnen, sondern eine wahre Scheidung von Stoffen, welche während des Lebens vereinigt waren, eine Scheidung, die man mit dem Aufsteigen des Rahms in der Milch beim ruhigen Stehen derselben vergleichen kann, worin er zuvor mit dem Casein eine emulsionartige Flüssigkeit bildete. Die Vereinigung der Fetttheilchen in der Achse der Primitivfaser und die Absonderung der mit Wasser durchmengten eiweißartigen Substanz an der inneren Wand der Primitivfaserhülle ist von einer auffallenden Erscheinung begleitet; die Veränderung der Nervensubstanz geht nämlich von der Scheide aus, und während so die Ablagerung dieser körnigen Substanz von außen nach innen weiter und weiter fortschreitet, wird der mittlere Theil des Cylinderchens immer durchscheinender. Die Proteinsubstanz, mit Wasser und Fett zu einem emulsionartigen Körper vereinigt, bildet den äußeren körnigen Theil; eine größere Menge Fett mit mehr oder weniger Proteinsubstanz ohne Wasser erfüllt den inneren durchscheinenden Raum. Beide enthalten die Proteinverbindung; letztere wird durch Wasser ebenso undurchsichtig, als die erstere ist.

Die Cylinderachse — ein seltsamer Ausdruck — fehlt bisweilen und scheint nicht die Wichtigkeit zu besitzen, welche man ihr beigelegt hat *).

---

*) Nervus ischiadicus vom Menschen, quer durchschnitten, getrocknet. Rundliche, durchschnittene Bündel (Fig. 179, 1) von sehr verschiedenem Durchmesser, ohngefähr mit der Hälfte Zellgewebe (2) durchwebt, worin mitunter Fettgewebe vorkommt (3). Bei stärkerer Vergrößerung (Fig. 180) sieht man runde Durchschnitte der Nervenfasern unmittelbar aneinander grenzen. Nach Zusatz von Essigsäure lös't sich von einem sekundären Bündel das lose Zellgewebe ab und wird ganz durchscheinend; das sekundäre Bündel zeigt dann einen durchscheinenden Saum (Fig. 179, 4 und 180, 1), der dasselbe umgiebt. Nach und nach bei längerer Einwirkung der Essigsäure erblickt man viele der Theile des sekundären Bündels, die Pri-

Die grauen Nerven unterscheiden sich von den weißen erstens durch dünnere Nervenfasern (Fig. 189), welche

---

mitivbündel (Fig. 180, 2) mit durchscheinenden Streifen, verschieden von dem sich ausdehnenden Zellgewebe (3); die Primitivbündel selbst sind frei von Zellgewebe und enthalten eine Gruppe von Primitivnervenfasern, welche dunkel bleiben und unmittelbar aneinander grenzen. Die Primitivbündelchen sind von verschiedener Dicke und enthalten eine Anzahl Primitivfasern, welche vierzig bis hundert und mehr beträgt. Bei noch stärkerer Vergrößerung scheinen die Primitivfasern rundlich und aus einer dicken Wand zusammengesetzt; sie enthalten concentrische Streifen und zeigen im Innern einen rundlichen Ring, und darin, und zwar gerade in der Mitte der Nervenfaser einen kleinen durchscheinenden Punkt (Fig. 181).

Um jedes sekundäre Bündel sieht man, wie um jedes Primitivbündel das neurilema, welches in concentrirter Essigsäure durchscheinend wird und dann aus erweiterten Theilen des Bindegewebes besteht, durchwebt mit Fäden mit elastischem Gewebe, die übrigens nicht ganz durchlaufen. Sie sind ringförmig um das Bündel gelegt.

Wenn man den Querschnitt des Nerven mit concentrirter Salpetersäure befeuchtet, so erblickt man in den Primitivfasern einen scharf umschriebenen Rand nebst einem durchscheinenden zirkelförmigen Theile, welcher die Mitte einnimmt.

Letzter (zehnter) Rückenmarksnerv eines Frosches. Er enthält eine Menge parallel laufender Nervenfasern (Fig. 182, b) mit doppelten Hüllen und unregelmäßig körnigem Inhalte. Eine einzige (1) besitzt einen gleichförmigen Inhalt und ist überall nicht körnig. Durch das Zerreißen sind die Scheiden von manchen Primitivfasern losgewichen, und es kommt daraus die Cylinderachse (2), viel dünner als die Nervenfaser zum Vorschein; sie ist sehr durchscheinend, nicht körnig.

Durch Einwirkung von concentrirtem Kali scheinen nach einer halben Stunde die Scheiden der Primitivfasern aufgelös't, der Inhalt ist feinkörnig geworden (Fig. 183). Die Fasern brechen an vielen Stellen und haben anderwärts Verengungen und Anschwellungen.

Durch einstündige Einwirkung von concentrirter Essigsäure wird das neurilema durchscheinender, übrigens nicht in dem Grade wie das Bindegewebe. Der Inhalt der Nervenfasern wird durchsichtiger und dehnt sich aus; das Ganze ist gleichmäßig angeschwollen; die doppelten Ränder sind verschwunden. Dahingegen wird die Nervenfaser durch verdünnte Essigsäure dunkler und körnig. Concentrirte Essigsäure bewirkt Anschwellung und Gelatinirung der albuminösen Substanz des Inhaltes, wodurch die Scheide sich ausdehnt und also durchsichtiger wird; verdünnte Essigsäure macht den albuminösen Inhalt nicht gelatiniren. In manchen Fasern ist nach Einwirkung von concentrirter Essigsäure der Inhalt S-förmig gebogen, bisweilen auch spiralförmig und nimmt dann nicht mehr die Achse ein (Fig. 184, 1). Es scheint hierbei die aus Fetten bestehende Cylinderachse die sie umgebenden Theile des Albumens, welche durch Essigsäure stark aufgequollen sind, in verschiedenen Richtungen durchdrungen zu haben.

Nach längerer Einwirkung von concentrirter Kalilauge trennen sich die Scheiden, lösen sich von dem Inhalte ab und lassen denselben als ein körniges Ganzes übrig. Sie sondern sich als Lamellen ab und werden alsdann vom Kali aufgelös't. Nach Zusatz von Wasser vertheilt sich der Inhalt in eine feinkörnige Substanz, welche lange ihren Zusammenhang behält und runde Kügelchen zeigt; die Scheide hat sich inzwischen vollständig gelös't.

von einer in Essigsäure stark anschwellenden Hülse (2) umgeben sind, die übrigens mit den Fasern der weißen Nerven übereinstimmen; ferner durch die größere Menge zelliges Gewebe (1), welches zwischen den Bündeln liegt, und durch die eben hierin vorkommenden Fasern von Remak, bleiche, platte, durchscheinende Fasern, worin besonders nach der Einwirkung von Essigsäure deutlich Kerne wahrzunehmen sind *).

---

Das Albumen scheint nun vollkommen in der Kalilauge aufgelös't zu werden, während das Fett in dem überschüssigen Alkali unlöslich bleibt. Die runden Kügelchen vereinigen sich zu größeren und bleiben als große Fett- oder Seifekügelchen, oft in der Richtung der zerstörten Nervenfaser (Fig. 185) übrig.

Zehnter Rückenmarksnerv, nicht ganz frisch mit Aether ausgezogen. Die Primitivnervenfasern sind körnig bis zum äußersten Rande, und diese Körnchen verbreiten sich durch die Achse und über die ganze Oberfläche hin, aber sind auf den beiden Außenrändern insbesondere in zwei Reihen gruppirt (Fig. 186, a). Durch concentrirte Essigsäure verschwinden die Körnchen und das Ganze wird gleichmäßig durchscheinend, blaß und geschwollen (Fig. 186, b). Auf dem äußersten Rande kann man die Scheide von einem dünnen Häutchen deutlich unterscheiden, welches weniger durchscheinend ist als das inwendig liegende.

Nach einstündiger Einwirkung von concentrirter Kalilauge erhält die Primitivfaser durch Zusatz von Wasser über die ganze Oberfläche hin ein sehr körniges Ansehen, was einer partiellen Auflösung zugeschrieben werden muß. Allmälig verschwindet die Faserform, die Körnchen werden kleiner, und am Ende bleibt Nichts mehr übrig. Dies abweichende Verhalten der mit Aether extrahirten Nervenfasern von den zuvor nicht mit Aether behandelten Fasern gegen Kalilauge unterstützt die obige Vorstellung.

Die sympathischen Nerven von Bidder und Volkmann von einem Frosche (Verbindungszweig des achten Rückenmarksnerven mit dem Sympathikus). Meistens dünne Fasern (Fig. 187, a) ohne doppelte Scheiden. Sie sind nach einstündigem Verweilen in concentrirter Kalilösung durchscheinend und körnig geworden (b) und zeigen nun eine große Uebereinstimmung mit den Cerebrospinalnerven. (Fasern von Remak fehlen; sie finden sich bei den warmblütigen Thieren in dem Sympathikus.)

Nach einstündiger Einwirkung von concentrirter Essigsäure bekommen auch sie spiral- oder S-förmige durchscheinende Theile der Achse (c), dadurch entstanden, daß die albuminöse Substanz sich gegen die Fette der Achse hin ausgedehnt hat, gerade wie bei den Cerebrospinalnerven. Jene Nervenfäden scheinen also mit den Cerebrospinalnervenfasern von gleicher Beschaffenheit zu sein. (Donders und M.)

*) Nervus splanchnicus major vom Menschen, ein rein sympathischer Zweig (Fig. 188); auf dem Durchschnitte sieht man einige sekundäre Bündel (1), dazwischen sehr viel loses zelliges Gewebe (2). Durch Essigsäure wird das Volumen der ganzen Masse sehr vergrößert; das Bindemittel dehnt sich nämlich aus und schwillt stark an. Die sekundären Bündel haben ein eigenthümliches neurilema (3), welches sich dadurch von der Zwischen-

Wenn die Fasern der weißen Nerven vorwalten, so nähern sie sich im Aeußern und in ihren Funktionen mehr den letzteren, und umgekehrt. Die graue Nervensubstanz kommt in den Zweigen des nervus sympathicus (Fig. 187, 188) in bei weitem überwiegender Anzahl und mit nur wenigen Fasern der weißen Nerven gemengt vor. Die Natur der in jenen Nerven eingewebten Fäden kann — wenn sie wirklich Fäden von leimgebendem und elastischem Gewebe sind — keinen unmittelbaren Einfluß auf die Funktion derselben ausüben.

Die Fasern der grauen Nerven entspringen größtentheils oder ausschließlich aus den Nervenknoten, worin man außer den Nervenfasern eine Menge eiförmiger oder eckiger Körperchen (Fig. 194 und 197) findet, und in deren Mitte ein helles, durchscheinendes rundes Körperchen liegt (2), welches von einem Saume umgeben ist und demnach aus zwei einander einschließenden Bläschen (globuli nucleati) besteht, Körperchen, die in der grauen Hirnsubstanz in Menge vorkommen und wovon sogleich weiter die Rede sein wird. Die erwähnten unregelmäßigen oder eiförmigen Körperchen liegen zwischen den Fasern vertheilt, in Zellen von dem neurilema

---

substanz unterscheidet, daß letztere aus Bindegewebsfäden besteht mit Fasern des elastischen Gewebes, welche hier und da Anschwellungen zeigen, während das neurilema ein netzförmiges dichtes Gewebe von elastischen Fasern ist, die mit Fäden des Bindegewebes durchwebt sind und sich in Essigsäure wenig ausdehnen.

Die sekundären Bündel lassen nach Einwirkung von Essigsäure mehr Zwischenräume übrig (Fig. 189, 1) als die animalischen Nerven. Es müssen also wohl Bindegewebsfäden dazwischen liegen, welche durch die Essigsäure anschwellen. Die Primitivbündel besitzen demnach eine Scheide, welche in Essigsäure durchscheinend wird und sich ausdehnt.

Die Primitivfasern sind äußerst dünn (Fäden von Bidder und Volkmann), mit nur wenigen dickeren Fäden gemengt. Ihre Scheide (2) schwillt in Essigsäure an und wird breit; der Inhalt ist dunkel (3).

Derselbe nervus splanchnicus, frisch der Länge nach auseinander gerissen, bietet schöne Fasern von Bindegewebe und elastischem Gewebe dar, welche letztere auf Zusatz von Essigsäure sich spiralförmig contrahiren. Die Primitivfasern sind dickere oder dünnere Fäden und mit vielen Kernen versehene Fibern von Remak. (Donders und M.)

eingeschlossen, wodurch der Nervenknoten eine rauhe Oberfläche bekommt. Die Nervenfasern, welche in einen solchen Knoten einlaufen, vertheilen sich in Fäden, die die genannten Körperchen in verschiedenen Richtungen umspinnen (Fig. 194).

Die Art und Weise, wie die Nerven mit den Organen, welche sie in Thätigkeit versetzen, verbunden sind, ist sehr mannigfach. Die Muskeln nehmen Nervenzweige auf, die sich darin vielfältig vertheilen und Fäden ohne Ende bilden, welche quer über ein Muskelbündelchen hinlaufen. Der Anfang und das Ende solcher Nervenfäden hängt mit einem Nervenzweige zusammen. In der Haut vertheilen sich die Gefühlsnerven in äußerst feine Fäden und bilden ein rautenförmiges Netzwerk, deren Theile sich wieder zu einem neuen Nervenstamme vereinigen. Auch hier giebt es also kein Ende der Nervenfasern. Selbst in die papillae der empfindlicheren Theile der Haut tritt nur ein gebogenes Nervenfäserchen, kein Ende eines Nervenfadens ein. Dasselbe findet in der Schleimhaut Statt.

Den bis jetzt angestellten Beobachtungen zufolge sind die Nerven, wie sie aus dem Gehirne und dem Rückenmarke entstehen, einfache Fäden, von Anfang an mit einer Scheide umgeben, worin die Nervensubstanz eingeschlossen liegt. Die ganze Gehirn- und Rückenmarksmasse ist, soviel die weiße Substanz betrifft, ein Aggregat einer unzähligen Menge solcher Fasern (Fig. 190), die aus Röhren mit einem markartigen Inhalte bestehen, Röhren von sehr verschiedenem Durchmesser, deren weiteste an dem unteren Theile des Rückenmarkes vorkommen. Jene Fasern vereinigen sich zu Bündeln, welche augenscheinlich in die angrenzenden Nerven übergehen, theils auch unter einander seitwärts verbunden und in vielerlei Richtungen unter sich verwebt sind. Die Nervenröhren stehen mit denen des Gehirns in unmittelbarer Gemeinschaft; von anderen, in den Nerven der Eingeweide und Blutgefäße

gefundenen Fasern hat man in der weißen Gehirnmasse noch nichts entdeckt, und die Bestandtheile des weißen Gehirns lassen sich deshalb als diejenigen bezeichnen, woraus die feinsten Nervenfasern, d. h. die genannten Röhren der weißen Nerven bestehen *).

Nach Valentin sind die Theile der Nervenfasern im Gehirn ebenso umgebogen und ohne eigentliches Ende, wie in den Organen, nach denen die Nerven hinlaufen. Die weiße Gehirnsubstanz kann als eine Anhäufung derselben Röhren angesehen werden, aus denen, wie wir sahen, die Enden der Nervenfasern bestehen. Ihr Anfang ist also dem Ende gleich.

Die graue Gehirnsubstanz, von außen betrachtet, zeigt unter dem Mikroskop beim Durchschnitt eine körnige, mit Bläschen versehene (Fig. 191, a) Substanz, worin man kleine undurchsichtige runde Körperchen wahrnimmt. Weiter eindringend findet man eine Struktur, welche der der Nervenknoten um so näher kommt, je mehr man sich der medullären Gehirnsubstanz nähert. Es legen sich nämlich zwischen die genannten Bläschen Nervenfasern gerade wie in den Nervenknoten.

Man nennt die Bläschen globuli nucleati (Fig. 191, 192, a und 193). Es sind große Zellen, mit kleineren Zellen in ihrer Mitte, und in dieser inneren Zelle befindet sich ein Kernkörperchen. Jener Kern kommt durch verdünnte Essigsäure deutlicher zum Vorschein und der ganze globulus

*) Weiße Gehirnsubstanz von einer Kuh, vom äußersten Theile des cornu Ammonis. Körnige Masse mit einigen untermengten, varicösen, dünnen Nervenfasern (Fig. 190, a). Aus den Hemisphären genommen, sieht man in den verschiedenen Richtungen sich kreuzende dünne Nervenfäden (b), woraus dem Anscheine nach die ganze Masse besteht. Alle Fasern sind warzenartig angeschwollen (das Gehirn war drei Tage alt), manche viel dicker als die übrigen, andere feiner als die Gesammtmasse. In der medulla oblongata sind wiederum einzelne Nervenfasern sehr dick (c), mit dicken Wänden versehen und gut erkennbarer Achse. Einige sind ganz besonders dick. (Donders und M.)

erhält eine körnige Beschaffenheit. Der Einwirkung von Kali widerstehen sie lange.

Bei starker Vergrößerung sieht man die körnige Substanz in den globulis nucleatis zu Zellen gruppirt (Fig. 191, b); in der Mitte kommt einer deutliche Zelle mit hellem Inhalte und einem Kerne vor, der in einer Zellenmembran eingeschlossen ist *). In der körnigen Masse ist eine fette Substanz enthalten.

---

*) Graue Substanz des großen Gehirns einer Kuh. Körnige Masse mit sehr vielen Blutgefäßen durchwebt. Durch Befeuchten mit Wasser kommen Kügelchen (Fig. 191, a) mit einem körnigen Inhalte und granulösem Saume zum Vorschein, darin ein Kern (Zelle) und in dem Kerne ein Kernkörperchen (Kern). Jene globuli nucleati sind indeß in einer Anhäufung feinkörniger Substanz sparsam vertheilt. Dazwischen liegen sehr dünne Nervenfasern. (Ohne Wasser erblickt man sie nicht.)

Essigsäure macht das Ganze, auch die globuli, körniger, aber ertheilt denselben einen hellen breiten Saum. Der Kern sowohl wie der ganze globulus wird durch sie viel deutlicher. Die übrige Masse, die nicht aus globulis besteht, wird durch verdünnte Essigsäure dunkler, und man unterscheidet darin die globuli durch ihre deutlich sichtbaren Kerne, weshalb gewiß nicht die ganze Masse aus globulis besteht.

Von derselben Form findet man die globuli nucleati in der grauen Substanz des cornu Ammonis aus dem Gehirn der Kuh, nachdem die körnige Substanz, welche auch hier vorkommt, mit Wasser abgespült ist. Das Ganze ist mit Haargefäßen und varicös angeschwollenen Nervenfasern durchmengt. Unter der unregelmäßig körnigen Substanz kommen außer den globuli nucleati Kügelchen von granulöser Beschaffenheit (Fig. 192, a) vor, etwas größer als die Kerne der globuli, und andere hell und durchscheinend (b) von der Größe der Kerne, welche gleich Fettkügelchen durchscheinend sind.

Bei sehr starker Vergrößerung (Fig. 191, b) nimmt man in den globulis nucleatis in der Nähe des Kernes eine zellige Gruppirung der körnigen Substanz wahr.

Die graue Substanz des kleinen Gehirns einer Kuh besitzt eine Menge globuli nucleati (Fig. 193), mit Nervenfasern durchwebt. Die globuli haben Zellen mit Kernen, ihr Inhalt ist körnig, und manche sind an der einen Seite birnförmig verlängert. Die Größe jener globuli übertrifft bei Weitem die der globuli der grauen Snbstanz des großen Hirns.

Graue Hirnsubstanz. Von einem lebenden Frosche wurde ein Theil der oberen äußersten Hirnoberfläche, und darunter eine dünne Scheibe der cortikalen Substanz mit einer Scheere weggenommen. Unter dem Mikroskope bemerkt man sehr undeutlich die globuli nucleati als runde, begrenzte, mit kleinen Körnchen versehene Kügelchen. Durch concentrirte Essigsäure kommen sie viel deutlicher zum Vorschein, sowohl der markirte Saum, als der körnige Inhalt. Nach einiger Zeit verschwinden sie wieder.

Ein frisches Stück zeigt im Wasser eine sehr große Menge derselben globuli nucleati, welche unmittelbar aneinander grenzen, so daß die ganze

So unzureichend unsere Kenntniß von der Form der Elementartheile des Gehirns und der Nerven für die Er-

Masse der grauen Hirnsubstanz daraus gebildet zu sein scheint. Zwischen derselben liegen sehr viele und kleine Kügelchen, welche Fettkügelchen gleichen und nicht zu den globuli nucleati gehören. Durch Zusatz von Essigsäure kommen die globuli nucleati deutlich hervor und lassen einen dicken, markirten Saum und einen granulösen Inhalt unterscheiden. Die globuli sind hier übrigens von durchscheinenden, in einer bestimmten Richtung verlaufenden Fäden durchwebt. Die globuli nucleati schwellen in concentrirter Essigsäure an, werden blaß und zeigen auf's Deutlichste einen Kern. Die Fettkügelchen bleiben allein übrig, nachdem das Ganze aufgelös't, wenigstens unsichtbar geworden ist.

Die graue Substanz des Rückenmarks besitzt eine Menge gut umschriebener globuli nucleati, mit vielen Nervenfasern durchwebt. In Essigsäure wird Alles durchscheinend und mit Hinterlassung einer Menge kleiner Fettkügelchen gelös't.

Graue Hirnsubstanz in concentrirtem Kali: Die globuli nucleati bleiben unverändert, zu einer Gruppe vereinigt, übrig. Zusatz von Wasser bewirkt anfangs keine Veränderung; allmälig verlieren sie indeß ihre Form und bilden eine gleichmäßige, körnige Substanz, worin eine große Anzahl kleiner Fettkügelchen sichtbar ist, die also nicht verseift werden. Jene Kügelchen sind mit den oben genannten identisch.

G a n g l i o n  G a s s e r i  v o n  e i n e r  K u h. Große globuli nucleati (Fig. 194) mit vielen Nervenfasern umsponnen. Ein globulus nucleatus (1) zeigt in verdünnter Essigsäure eine Zelle (2), deren Durchmesser ein Viertel vom Diameter des globulus beträgt und darin einen deutlich sichtbaren Kern (3); nach einiger Zeit ist die Wand jener Zelle verschwunden, der Kern besonders deutlich und der Inhalt des globulus ganz körnig. Ohne Essigsäure ist der Kern zwar auch sichtbar, aber die Bewegung der Zelle schwer zu unterscheiden. Durch concentrirte Essigsäure wird die Einfassung (Fig. 195, 1) des globulus nucleatus breit und scheint aus Fäden zu bestehen (Fasern von R e m a k), worin viele kleine verlängerte Kerne sichtbar sind. In dem globulus ist der körnige Inhalt (2) deutlich zellig geworden; er besteht aus einer Menge kleiner, mit körnigem Inhalte versehener Zellchen, welche, schwach begrenzt, dicht nebeneinander liegen und den ganzen globulus anfüllen.

Nach Auflösung der umhüllenden Fasern (die Kerne bleiben ungelös't und vertheilen sich) bleibt der globulus ohne bemerkbaren Saum rein zurück. Nach längerer Einwirkung der Essigsäure, in Folge von Druck und Vertheilung der globuli nucleati wird der ganze zellige Inhalt blaß und allmälig so vollständig gelös't, daß nichts mehr wahrzunehmen ist.

Von concentrirter Kalilauge werden die globuli nicht verändert; auch nach Zusatz von Wasser widerstehen sie lange und lassen noch nach langer Zeit ihren zelligen Inhalt als deutliche Zellen gut erkennen. Wo die äußere Bekleidung weggenommen ist, wird der zellige Inhalt von Kali aufgelös't.

Während aus den umspinnenden Nerven eine Menge Fett- oder Seifekügelchen zum Vorschein kommen, sieht man solche in den globuli selbst unter der Einwirkung von Kali nicht.

Bei sehr vielen globuli liegt eine gekräuselte und schlangenförmig gebogene Nervenfaser auf der Oberfläche (Fig. 196); aber nirgends konnten wir einen tieferen Zusammenhang zwischen den globuli nucleati und Nervenfasern entdecken.

klärung und das Verständniß der Funktionen dieser edelsten aller Organe ist, so dürftig ist auch das, was wir über ihre chemische Zusammensetzung wissen.

Die chemische Natur des Gehirns ist abhängig von der Stelle, der man es entnimmt. Die weiße Hirnsubstanz scheint aus den nämlichen Stoffen zu bestehen, welche die Primitivfasern der Nerven bilden, d. h. aus dem eiweißartigen und dem fetten Inhalte der dünnen Scheiden. Die graue Gehirnsubstanz besteht zunächst, und zwar auswendig, aus denselben Fasern, ferner aus den globuli nucleati, welche einen fetten und eiweißartigen Inhalt zu besitzen scheinen; aber außerdem noch aus den Membranen der größeren und eingeschlossenen Zellen und den Kernen derselben. Da die weiche, dem Drucke nachgebende Masse der weißen und grauen Substanz noch mit Blutgefäßen versehen ist, so findet man darin ohne Unterschied auch die Bestandtheile des Blutes.

Analysen von Lassaigne haben folgendes Resultat gegeben:

| | Graue Substanz. | Weiße Substanz. |
|---|---|---|
| Albumin . . . . . . . . . . | 7,5 | 9,9 |
| Farbloses Fett . . . . . . . | 1,0 | 13,9 |

Concentrirte Salpetersäure verändert sie nicht, auch nach einer Stunde nicht, außer daß das Ganze weniger durchscheinend und körniger wird. Die Nervenfasern sind gleichfalls, was ihre Wände betrifft, unverändert geblieben. Nach Uebersättigung mit Ammoniak ist die ganze Masse gelb, die globuli ungelöſ't und ihr Inhalt grobkörnig. Die Zelle und ihr Kern sind unsichtbar, die Einfassung erweitert und faserig; durch Druck zertheilt sie sich und wird durch Zusatz von Wasser nicht gelöſ't.

Ein Stück des ganglion Gasseri, getrocknet, und davon ein dünner Schnitt genommen, zeigt, mit Wasser befeuchtet, die Fasern von Remak und die fasrige Bekleidung sehr deutlich (Fig. 197, 1); gleichfalls sieht man die Zelle (2), welche in jedem globulus nucleatus gefunden wird, scharf begrenzt.

In einem frischen Stückchen, welches achtundvierzig Stunden in concentrirtem Kali gelegen hat, erscheint der Inhalt der globuli sehr dunkel; sie selbst sind kleiner, so daß sich nichts darin unterscheiden läßt. Nach Zusatz von Wasser schwellen sie stark an, aber lösen sich langsam; die Wand selbst scheint nicht aufgelöſ't zu werden. (Donders und M.)

| | Graue Substanz. | Weiße Substanz. |
|---|---|---|
| Gerötheтes Fett . . . . . . . . | 3,7 | 0,9 |
| Fleischextrakt, Milchsäure, Salze | 1,4 | 1,0 |
| Phosphorsaure Salze . . . . | 1,2 | 1,3 |
| Wasser . . . . . . . . . . | 85,2 | 73,0 |

Die Untersuchung von Lassaigne betrifft das Gehirn eines Wahnsinnigen. Vauquelins Analysen von gemengter weißer und grauer Substanz haben ein der vorigen sich näherndes Resultat gegeben. Denis fand *):

| | 20jähriges Indiv. | 78jähriges Indiv. |
|---|---|---|
| Albumin . . . . . . . . | 7,3 | 7,8 |
| Phosphorhaltiges Fett . . . | 12,4 | 13,3 |
| Fleischextrakt und Salze . . | 1,4 | 2,5 |
| Wasser . . . . . . . . . | 78,0 | 76,0 |
| Verlust . . . . . . . . . | 0,9 | 0,4 |

Fremy fand 7 % Albumin, 5 % Fette und 80 % Wasser (das Fehlende waren Fleischextrakt und Salze).

Aber bei allen jenen Analysen ist weder von den Scheiden der Primitivfasern, noch von den Zellenhäuten der globuli nucleati Rechenschaft gegeben.

Als besondere Bestandtheile des Gehirns, welche nicht auch in anderen Theilen des Körpers vorkommen, haben wir durch die Analyse nur die Fette kennen gelernt. Das Albumin ist darin in einem, man kann sagen coagulirten Zustande enthalten; wenigstens löst es sich nicht im Wasser auf und verbindet sich so innig mit Fett, daß das Gehirn, mit Wasser zerrieben, eine Emulsion bildet, welche der Mandelemulsion gleicht. Daß das Albumin sich nicht im Wasser löst, geht daraus hervor, daß Essigsäure dasselbe liquid macht. Nach Denis wird die Hirnmasse mit dem Alter fester.

Die Fette können mit Aether und Alkohol ausgezogen werden. Der Hauptbestandtheil derselben ist Cholesterin, ein

*) Recherches sur le sang, p. 30.

Fett, welches in großer Menge in der Galle vorkommt und auch im Blute gefunden ist (s. S. 264).

Couerbe hat aus der Gesammtfettmasse einige dem Gehirn eigenthümliche Fette ausgezogen. Eins derselben, welches er Cerebrot nennt, kann durch die von Berzelius berechnete Formel: $C_{180} H_{360} N_8 O_{26} S_2 Ph_3$ ausgedrückt werden. Es soll ein pulverisirbares unschmelzbares Fett sein, in Aether unlöslich, auflöslich in Alkohol und soll sich daraus durch Abkühlung präcipitiren, auch unverseifbar sein.

Cerebrol, von Couerbe Eléencephol genannt, ist ein zweites Gehirnfett; es soll genau die Zusammensetzung der folgenden Substanz besitzen, flüssig, röthlich, auflöslich in Aether, schwerlöslich in Alkohol sein.

Cephalot, schmutzig gelb, weich wie Caoutschuk, schwerlöslich in Alkohol, in 25 Theilen Aether löslich, durch Alkalien verseifbar. Es nähert sich in seiner Zusammensetzung dem Cerebrot. Berzelius berechnet die Formel: $C_{180} H_{360} N_8 O_{30} S_2 Ph_3$.

Stearoconot, gelbbraun, pulverförmig, für sich in Aether unlöslich; nach Couerbe's von Berzelius' berechneter Analyse: $C_{144} H_{288} N_{20} O_{31} S_2 Ph_2$.

Berzelius hat jene Berechnungen nur als möglichen Ausdruck der Analysen von Couerbe gegeben *).

Nach Couerbe enthalten die Fette eine verschiedene Menge Phosphor; mehr bei Wahnsinnigen und Tollen, weniger bei Blödsinnigen.

Auch Vauquelin hat freien Phosphor im Gehirn gefunden, im Albumin aber keine Spur davon entdeckt, wenn es zuvor mit Alkohol ausgezogen war; woraus hervorgeht, daß der Phosphor in den Fetten enthalten ist.

Nach Fremy **) finden sich die von Couerbe beschrie-

*) Dierlyke scheikunde, Ned. Uitgave, bl. 86.

**) Comptes Rendus, Tom. 9, p. 703. Annalen der Pharmacie, 1841, Bd. 40, S. 69.

benen Fette nicht im Gehirn, sondern es sind dies, außer Cholesterin, zwei Natronseifen, wovon die eine fest, die andere flüssig ist. Die fetten Säuren derselben enthalten nach ihm Phosphor, aber keinen Schwefel. Simon hat bestätigt, daß Couerbe's Fette Seifen sind; ihre alkoholischen Auflösungen geben nämlich mit Metallsalzen Niederschläge *). Fremy nennt die beiden fetten Säuren Cerebrinsäure und Oleophosphorsäure; aus letzterer läßt sich durch Säuren Olein abscheiden. Erstere enthält 0,9 % Phosphorsäure.

Die Bestandtheile der Nervensubstanz sind denen des weißen Gehirns gleich. Vauquelin, der sie untersuchte, giebt an, daß sie mehr Albumin, weniger festes, dagegen mehr tropfbar-flüssiges Fett enthält.

Die Nervenknoten werden durch Kochen mit Wasser sehr hart und sollen insofern in ihrem chemischen Charakter mit der grauen Gehirnsubstanz übereinstimmen, als sie globuli nucleati enthalten.

---

*) Med. Anal. Chemie, S. 293.

## VIII. Aufnahme der Nahrungsstoffe durch die Pflanzen. — Pflanzennahrung.

Es ist bekannt, daß die Thiere außer Wasser und Luft durch besondere Organe gewisse Stoffe von außen in sich aufnehmen, welche zur Erhaltung ihres Lebens dienen, und daß jene Stoffe bei vielen Thieren mannichfacher Art und überall zusammengesetzter Natur sind. Anders verhält sich dies mit den Pflanzen. Einfachheit ihrer Nahrungsmittel ist eine Bedingung ihrer Existenz, Einfachheit sowohl hinsichtlich der Anzahl von Verbindungen, die sie assimiliren, als auch in der Zusammensetzung derselben. Solche Pflanzennahrungsstoffe sind Wasser, atmosphärische Luft, Kohlensäure, Ammoniak und die im Wasser löslichen Bestandtheile des Bodens, nämlich die Verbindungen der Ulminsäure, Huminsäure, Geinsäure, Quellsäure und Quellsalzsäure mit Kalk, Magnesia, Kali, Natron, Ammoniak, Eisenoxyd und die Salze jener Basen mit den unorganischen Säuren, deren Bestandtheile in den Pflanzenaschen gefunden werden, als kieselsaures Kali und Natron, und die schwefelsauren, salzsauren, phosphorsauren Verbindungen der obigen Basen.

Aus diesen wenigen Stoffen erzeugt das Pflanzenreich die zahllose Menge der Verbindungen, welche wir künstlich daraus abzuscheiden verstehen.

Um von dieser bewunderungswürdigen Natureinrichtung eine

richtige Vorstellung zu gewinnen, haben wir zwei Dinge besonders in Erwägung zu ziehen, nämlich, daß die genannten Verbindungen von der Pflanze aufgenommen werden müssen, und daß sie nach erfolgter Aufnahme zum Theil in der Pflanze selbst verarbeitet werden.

Die Aufnahme der Nahrungsstoffe von außen würde in allen Pflanzen durch dieselben Organe vermittelt werden können, wenn sie nur alle auf gleiche Weise mit Wurzeln und Blättern versehen wären. Da dies aber keineswegs der Fall ist, so ergiebt sich schon hieraus, daß eine wesentliche Verschiedenheit in der Art und Weise, wie die Pflanzen ihre Nahrung erhalten, nothwendig stattfinden muß. Auch sind in den ungleichförmig gebauten Pflanzen die Organe, durch welche die Aufnahme der Nahrungsstoffe geschieht, von sehr verschiedener Beschaffenheit.

Was zweitens die Verarbeitung jener Verbindungen anlangt, so müssen natürlich Pflanzen, welche verschieden gebaut sind, verschiedene Producte erzeugen, und umgekehrt läßt sich aus der Verschiedenartigkeit der Producte auf Abweichungen in der Construction zweier Pflanzen ein Schluß machen. Wo Pflanzenalkalien (Cinchonaarten) vorkommen, lassen sich besondere Theile voraussetzen, welche die empfangenen Nahrungsstoffe in der Art verändern, daß daraus solche Verbindungen hervorgehen; auf gleiche Weise ist der Reichthum an Säuren, wie z. B. bei den (Rumexarten), an die Existenz eigenthümlicher Organe geknüpft. Unabsehbar ist das Feld, welches in der Phytotomie und Phytochemie in dieser Richtung noch zu bearbeiten ist; fast Nichts ist bis jetzt darin geschehen.

Die Verschiedenartigkeit der Stoffe, welche von außen in die Pflanze gelangen, kann die große Mannichfaltigkeit der Erzeugnisse des Pflanzenreiches nicht erklären. Zwar ist bekannt, daß gewisse Pflanzen einen besonderen Boden verlangen; aber dieses Bedürfniß erstreckt sich mehr auf die unorganischen Bestandtheile desselben als auf seine organische Beschaffenheit; und wo letztere von Einfluß ist, möchte sich schwer eine Beziehung

hinsichtlich der Zusammensetzung der organischen Stoffe des Bodens und der darauf erzeugten Pflanzenproducte nachweisen lassen. Die stickstoffarmen Flechten gedeihen auf dem unfruchtbarsten Boden, manche selbst auf Glasplatten, während die Salixarten einen feuchten Grund verlangen. Bei keiner jener Pflanzen ist der geringste Zusammenhang zwischen ihren Bestandtheilen und den organischen Stoffen des Bodens, woran sie befestigt sind, aufzufinden.

Ein Blick auf die Vegetation in der freien Natur reicht hin, um jene Wahrheit überzeugend darzuthun. In einem botanischen Garten, wo die verschiedensten Gewächse dicht neben einander stehen, wird der Boden nicht für jede Pflanzenspecies noch für jede Gattung besonders präparirt, und in der freien Natur sehen wir Antiaris toxicaria, eine der giftigsten aller Pflanzen, den Baum, der das japanische Upasgift erzeugt, von Caffeebäumen umgeben, die eben so üppig gedeihen, als der gefährliche Upasbaum, der sie weit überragt (Blume in Rumphia). Daß es manche Ausnahmen giebt, daß die Cicuta, welche in Schottland eßbar ist, im feuchten Boden giftig wird, ist den Botanikern nicht unbekannt.

Wenn also, wie die Erfahrung lehrt, die verschiedenen Pflanzen bei sonst gleicher unorganischer und organischer Nahrung die allerverschiedenartigsten Stoffe hervorbringen, so muß der Grund dieser Erscheinung hauptsächlich in der eigenthümlichen Organisation ihrer Theile liegen.

Untersuchen wir nun, auf welche Weise die Pflanzen von außen Stoffe aufnehmen, welche Kräfte dabei wirksam sind, und welche Organe die Aufnahme derselben vermitteln.

Wir haben im Vorhergehenden gesehen, daß die Pflanze sowohl gasförmige, als tropfbar flüssige Verbindungen assimilirt; aber nicht alle Gase, welche in sie eindringen, tragen unmittelbar zu ihrer Ernährung bei. Der Sauerstoff der Luft oxydirt manche Verbindungen; er verwandelt die Gerbsäure in ein Apothema oder in Gallussäure und die ätherischen Oele in

Säuren und Harze; aber diese Zersetzungen gehören nicht in den Kreis der eigentlichen Pflanzenernährung, obschon sie auf die Hervorbringung eigenthümlicher Pflanzenstoffe von wesentlichem Einflusse sind. Weit bedeutungsvoller ist die Aufsaugung der Kohlensäure durch die Blätter. Sie tritt als Gas oder bei den Wasserpflanzen in Wasser gelös't, in jene Organe ein, geht von da in die Pflanzensäfte über, geräth daselbst in den Kreis der hier vor sich gehenden chemischen Actionen und wird, nachdem sie wahrscheinlich eine Reihe von Metamorphosen erlitten hat, zu einem integrirenden Bestandtheile der Pflanze.

Alle Stoffe, welche die Wurzeln aus dem Boden aufsaugen, befinden sich in aufgelös'tem Zustande; die Kohlensäure, wie die Salze des Bodens, sowohl die organischen, wie die unorganischen Salze, müssen, bevor sie in die Wurzel eindringen, vollständig in Wasser gelös't sein.

Um jene Vorgänge gehörig zu verstehen, müssen wir die Pflanzentheile, welche den Ernährungsproceß vermitteln, selbst ein wenig näher in's Auge fassen; ich meine die Wurzeln und Blätter. Denn durch diese beiden Organe gelangen alle Nahrungsstoffe in die Pflanze, in liquider Form durch die Wurzeln, als Gase durch die Blätter, und sie bilden daher den geeignetsten Ausgangspunkt für unsere ferneren Betrachtungen über die Ernährung der Pflanzen.

## Die Wurzel.

Die Wurzel, oder derjenige Pflanzentheil, welcher sich im Boden (oder im Wasser, auch in der Luft) in der Regel nach unten hin ausbreitet, hat bei mancher Pflanze einen eigenthümlichen Charakter, dem zufolge die von außen in sie eindringenden Stoffe eine Menge Veränderungen erleiden müssen. Sehr oft besteht sie nämlich, wie bei den Knollengewächsen, aus großen Massen, deren zahllose mit besonderen Stoffen gefüllte Zellen die aus dem Boden aufgenommenen Substanzen durchlaufen müssen, ehe sie in den Stengel selbst gelangen.

Die Verarbeitung jener Stoffe ist übrigens nicht immer von einer bestimmten Structur, noch von gewissen Eigenthümlichkeiten der Wurzel abhängig; denn bei sehr vielen Pflanzen sind letztere durch nichts Besonderes charakterisirt, sondern bilden zu einer Spitze auslaufende Verlängerungen des Stengels; ja manche Pflanzen lassen sich sogar umkehren, worauf die Wurzeln, welche nun in der Atmosphäre leben, Zweige bilden und Blätter erhalten, die früheren Zweige aber die Functionen der Wurzel übernehmen.

Eine specifische Einwirkung der Zellenwände oder des Zelleninhaltes der Wurzeln auf die aus dem Boden aufgesogenen Verbindungen läßt sich also nur dann annehmen, wenn sich die Wurzeln durch eine außergewöhnliche Bildungsweise auszeichnen. Der Unterschied zwischen Wurzel und Stengel beruht meistens auf einer Verschiedenheit der Verhältnisse, unter denen sich beide entwickeln; die einen entbehren des Lichtes, bedürfen aber der Feuchtigkeit und kommen mit organischen in Zersetzung begriffenen Stoffen in Berührung; die anderen dagegen erheben sich in die Atmosphäre und sind, soweit ihre Oberfläche reicht, der Luft, dem Lichte und der Wärme zugänglich.

Die Wurzeln, welcher Art sie sein mögen, gehen in der Regel in Fibrillen oder feine Fasern über. Häufig zertheilen sie sich immer mehr und mehr und endigen zuletzt in Wurzelfasern; oft sieht man auch die zarteren Wurzeln mit solchen Fasern, wie mit Haaren, bedeckt. Letztere wechseln, sie fallen ab und erneuern sich in den jungen Wurzeltheilen, oder denjenigen Organen, welche als die eigentliche Werkstätte der Wurzelthätigkeit anzusehen sind. Man hat ihre Enden irriger Weise mit einem Schwamme verglichen; sie sind, wie ihre Seitenflächen und die ganzen Wurzelfasern, von einer Epidermis bedeckt, worin die feinen Oeffnungen, welche man in den Blättern findet, gänzlich fehlen. Diese Epidermis zeigt zuweilen die eigenthümliche Erscheinung, daß sich die äußersten Zellen nach außen hin verlängern und dadurch der Flüssigkeit, welche sie

aufzunehmen bestimmt sind, eine größere Oberfläche darbieten.

Die Fähigkeit der Wurzelfasern, nicht allein durch ihre Spitzen, sondern auch durch die Seitenwände die Stoffe des Bodens aufzusaugen, ist von Ohlert durch Versuche bewiesen *). Er tauchte die Wurzeln von Pisum sativum, Lupinus luteus, Calendula officinalis drei Linien tief in Wasser und fand, daß, soweit sie in Wasser standen, sie unverändert blieben, übrigens aber ganz vertrockneten. Bei vielen anderen Pflanzen, deren Wurzeln ganz von Wasser bedeckt waren außer ihren Enden, welche darüber hervorragten, wuchsen jene kräftig fort, selbst dann, nachdem man die Enden mit einem Lack überzogen hatte und nun die ganzen Wurzeln in Wasser eintauchte.

Was die anderen Theile der Wurzeln betrifft, die Zellen und Zellenwände, Gefäße u. s. w., so sind sie im Wesentlichen — wenn man das Mark ausnimmt, welches in der Regel der Wurzel fehlt — dieselben, welche man in den anderen sich in der Luft ausbreitenden Theilen der Pflanzen antrifft; ihr Bau ist meistens noch einfacher als im Stamme. Die Gefäßbündel enthalten gewöhnlich punktirte Spiralgefäße und langgestreckte dünnwandige Zellen; sie liegen bündelweise beisammen, nicht vereinzelt. Alles, was wir in chemischer Beziehung von dem Stengel wissen, und was wir über die Ursachen des Stoffwechsels im Innern der Pflanze in den Theilen, welche über der Erde leben, annehmen, läßt sich auch auf die Bestandtheile der Wurzel anwenden; sie ist durch nichts Besonderes charakterisirt, und im Allgemeinen kann man feststellen, daß die Elementartheile der Pflanzen oberhalb der Erde denselben Einfluß auf die dem Boden entzogenen Stoffe ausüben wie die Elementartheile der Wurzeln selbst.

Daher finden sich auch die allgemeinen Bestandtheile der Pflanzen in reichlicher Menge schon in der Wurzel vor; ich

---

*) Linnaea, 1837. p. 609.

brauche kaum an die große Anzahl der amylum-, dextrin- und zuckerhaltigen Wurzeln zu erinnern, noch an das Vorkommen ätherischer Oele und anderer abgeleiteter Verbindungen in denselben. Strotzend von Ernährungsflüssigkeit erlangen sie oft einen hohen Grad von Ausbildung und eine Größe, welche von jenem Ueberflusse gleichfalls die Folge ist.

Mit einem Worte: die wässerige Auflösung der im Boden vorhandenen Stoffe, welche von den Wurzeln eingesogen wird, durchdringt zuerst die Zellenwand der Epidermiszellen, wandert von da von Zelle zu Zelle weiter und erleidet auf diesem Wege eine Reihe chemischer Veränderungen, welche, soweit sie von den in der Pflanze selbst liegenden Ursachen hervorgerufen werden, denjenigen gleich sind, welche im Stengel vor sich gehen.

Ich glaube indessen auf einige bekannte Unterschiede zwischen Wurzel und Stengel aufmerksam machen zu müssen, die vielleicht, obschon dies nicht sehr wahrscheinlich ist, mit gewissen Functionen der Elementarorgane im Zusammenhange stehen, welche hauptsächlich den Stoffwechsel vermitteln; ich meine die Erscheinung, daß die Wurzeln nicht so, wie der Stengel, in die Länge wachsen, insofern irgend zwei Punkte der wachsenden Wurzel nach einiger Zeit noch in der nämlichen Entfernung liegen als zuvor; sie bekommen außer den sogenannten Adventivknospen niemals Knospen, wie der Stengel, und verlängern sich daher auch nicht auf dieselbe Weise.

Derjenige Unterschied endlich, welcher bei manchen Pflanzen zwischen Wurzel und Stengel besteht, wie bei Daucus carota und andern, ferner bei den Knollengewächsen, ist ohne Zweifel Folge des Ausschlusses atmosphärischer Einflüsse und durch die Einwirkung der Bodenfeuchtigkeit auf die Wurzeln bedingt.

## Aufnahme von Flüssigkeiten durch die Wurzel.

Die Wurzeln nehmen die als Flüssigkeiten in dem Boden vorkommenden Stoffe endosmotisch in sich auf, d. h. die Zellen

der Wurzelfasern sind mit einer Flüssigkeit gefüllt und von einer anderen, der Bodenfeuchtigkeit umgeben; letztere ist weniger gesättigt als jene und dringt daher durch die Wände der Epidermiszellen in die Fibrillen ein, um jene zu verdünnen. Dies geschieht hauptsächlich in den sehr jungen Zellen, welche entweder noch keine, oder nur eine äußerst dünne Oberhaut besitzen, und bei den Wurzeln, die immer durch Apposition wachsen, stets an deren Enden liegen. Aus jenen Zellen tritt die Flüssigkeit aus der nämlichen Ursache in andere Zellen ein und durchzieht so die ganze Pflanze. Gehen wir von den Blättern aus. An ihrer Oberfläche verdampft Wasser; der Inhalt ihrer Zellen wird dadurch concentrirter, auf der andern Seite aber durch die in den benachbarten Zellenreihen befindliche dünnere Flüssigkeit endosmotisch verdünnt. So findet man, weiter nach unten fortschreitend, immer dünnere und dünnere Auflösungen in den Zellenreihen bis zu den Wurzelfasern hin, deren Zellen die am meisten verdünnten Flüssigkeiten enthalten. Letztere müssen aber, wenn ein Aufsteigen der Pflanzensäfte erfolgen soll, immer noch concentrirter sein als die Bodenfeuchtigkeit.

Die Aufnahme der Nahrungsstoffe aus dem Boden durch die Wurzel steht daher mit dem Emporsteigen derselben in der Pflanze in genauem Zusammenhange; beide Processe haben eine gemeinschaftliche Ursache.

Aus obiger Betrachtung ergiebt sich, daß von der Verdunstung der Wachsthum der Pflanze, nämlich das Emporsteigen der Säfte und die Aufnahme derselben aus dem Boden abhängig ist, und zweitens, daß nur sehr verdünnte Auflösungen in die Pflanze eindringen können. Fein vertheilte Substanzen, selbst solche, welche Flüssigkeiten färben, läßt die Zellenwand der Wurzelfasern in der Regel nicht durch sich hindurch. Die Auflösung muß vollkommen sein, wenn irgend ein Stoff aus dem Boden in die Pflanze gelangen soll. Ist diese Bedingung erfüllt, dann wählt die Pflanze nicht, schließt Nichts aus, sondern nimmt nach den Gesetzen der Endosmose Alles auf, was auf

die Wände der Wurzelfaserzellen selbst keinen ihrer Wirksamkeit hemmenden Einfluß ausübt. (Siehe Pflanzengifte.)

Es ist freilich bekannt, daß die Pflanzen aus den Auflösungen gemischter Salze die eine Verbindung in größerer Menge absorbiren als die andere und diese Erfahrung hat vielfach zu dem Glauben Veranlassung gegeben, die Pflanzen wählten aus, sie besäßen die Fähigkeit, nur solche Bestandtheile in sich aufzunehmen, welche ihr Wachsthum beförderten, alle ihrem Organismus schädlichen Stoffe dagegen zurückzuweisen. Dennoch wird Niemand behaupten wollen, die Pflanzen seien mit Instinct begabte Individuen. Wenn in den Eingeweiden des Thieres gewisse Stoffe aufgenommen werden, andere zurückbleiben, so schreiben wir dies mit Recht der Eigenschaft der Membranen zu, für gewisse Flüssigkeiten endosmotisch leichter durchdringbar zu sein als für andere. Das endosmotische Vermögen der Wurzelenden überhaupt ist nicht bei allen Pflanzen gleich, deshalb nehmen sie nicht alle dieselben Stoffe in sich auf; außerdem besitzt jede Wurzelfaser an und für sich ein verschiedenes endosmotisches Vermögen in Bezug auf die Substanzen, welche ihr dargeboten werden, wie dies mit jeder Membran der Fall ist, deren man sich zu Versuchen über Endosmose bedient.

Daß also zwischen den Membranen, welche gewissen Verbindungen leicht oder schwierig den Durchgang gestatten, und eben diesen Verbindungen selbst ein Molekularnexus besteht, ist ebenso wenig zu bezweifeln, als es ungereimt sein würde, anzunehmen, die Wurzeln der Pflanzen oder die Eingeweide der Thiere vermöchten unter den dargebotenen Stoffen zu *wählen*.

Die Art und Weise, wie die Säfte von der Pflanze aufgesogen werden, ist eigenthümlich und von den Vorgängen im thierischen Organismus, wie es scheint, verschieden, und eben dieser Umstand hat zu jenen irrthümlichen Vorstellungen Veranlassung gegeben. Gifte werden in den Eingeweiden des Thieres nur wenig absorbirt, und in der Regel in so geringem Maaße, je giftiger solche Stoffe sind. Die Pflanzen dagegen

nehmen durchaus fremdartige, selbst giftige Verbindungen oft in beträchtlicher Menge in sich auf. Da diese Erfahrung der Vorstellung von dem Sonderungsvermögen der Pflanze nicht günstig war, so nahm man zu der Erklärung seine Zuflucht, die absorbirenden Organe der Wurzel würden durch die Gifte zerstört und die Flüssigkeiten drängen alsdann durch offene Röhrchen, in Folge von Capillarattraction, in die Pflanze ein.

Vogel *) hat hierüber Versuche angestellt und nachgewiesen, daß die Wurzeln auch im normalen Zustande Gifte aufnehmen, ohne dadurch eine Zerstörung zu erleiden. Er fand, daß Kupferoxydsalze absorbirt und dabei in Oxydulsalze verwandelt wurden. Ferner wurden aufgenommen: Chlormagnesium, schwefelsaure Magnesia, Salpeter, Jodkalium, schwefelsaures Zinkoxyd, salpetersaures Nickel- und Kobaltoxyd, essigsaures Bleioxyd, schwefelsaures Manganoxydul und zweifach chromsaures Kali. Quecksilber- und Silbersalze wurden zu Metall reducirt; Sublimat blieb entweder unverändert oder verwandelte sich in Calomel. — Alle jene Salze tödten die Pflanzen. Diesen Versuchen lassen sich noch viele andere anreihen, welche zu ähnlichen Resultaten geführt haben.

Es läßt sich daraus nichts weiter folgern, als daß unter gewissen Verhältnissen sowohl Gifte, als auch andere Verbindungen, welche gewöhnlich nicht giftig wirken, von der Pflanze aufgesogen werden, ein Schluß, zu dem man schon durch lange bekannte Thatsachen gelangen konnte **).

---

*) Erdmann's und Marchand's Journal. Bd. 25. S. 209.

**) Auch Trinchinetti (Bibl. Uuiv. Nov. 1843. p. 346) hat über das Vermögen unversehrter Wurzelfibrillen, Salze aufzunehmen, Versuche mitgetheilt. Er fand, daß die verdünnten Auflösungen folgender Salze aufgesogen wurden: Cyankalium, Salpeter, Chlornatrium, schwefelsaures Kupferoxyd, essigsaures Bleioxyd, Chlorbaryum, Jodkalium, schwefelsaures Kali, schwefelsaures Zinkoxyd, schwefelsaure Magnesia, Alaun, salpetersaurer Kalk und Salmiak; von Kalkwasser und arseniger Säure Spuren, und von Jodkalium auch nur wenig. Dagegen wurden Sublimat und salpetersaures Silberoxyd nicht im Geringsten absorbirt. Gemengen zweier Salze, z. B. von Kochsalz und Salpeter, entziehen die Pflanzen beide nicht in demselben Verhältnisse, worin sie gemischt sind. Stärke, Zucker und ein Infusum von Quassia amara wurden nicht absorbirt; ebenso wenig Farbestoffe. Humus-

Der schädliche Einfluß vieler Substanzen auf die Pflanzen, worüber namentlich von Göppert *) Versuche angestellt sind, ist der Art, daß man jene Stoffe gleich denjenigen, welche dem thierischen Organismus nachtheilig sind, mit Recht Gifte nennen kann. Die Wirkungen der Gifte auf Pflanzen und Thiere müssen demnach als gewöhnliche Actionen von Materie auf Materie betrachtet werden, deren Effect von dem Baue des Organismus und der Stoffe, die ihn zusammensetzen, abhängig ist, und daher bei den verschiedenen organischen Wesen sehr verschiedenartig sein muß. Schon bei den einzelnen Individuen derselben Species äußern sich die Wirkungen eines Giftes auf verschiedene Weise; größer sind die Abweichungen bei verschiedenen Species oder Gattungen und am größten in den verschiedenen Naturreichen.

Daß die Pflanzen durch dieselben Stoffe vergiftet werden, welche dem thierischen Organismus schädlich sind, beweis't keineswegs das Vorhandensein eines sogenannten Lebensprinci-

---

saures Kali wurde aufgesogen und in der Wurzel zersetzt; er fand es als solches in der Pflanze nicht wieder.

In Bezug auf das, was Trinchinetti über die Eigenschaft der Pflanzen, von zwei gleich gut auflöslichen Salzen, aus deren gemeinschaftlichen Auflösung verschiedene Mengen aufzunehmen, angiebt — eine Thatsache, welche übrigens schon früher mehrmals zur Sprache gekommen ist — muß bemerkt werden, daß die sondernden Theile der Pflanze darauf zwar keinen unmittelbaren, aber wenigstens einen mittelbaren Einfluß üben, und daß man daher der Pflanze als Individuum die Eigenschaft, auszuwählen, nicht beilegen darf. Ob eine Auflösung leicht oder schwieriger oder gar nicht absorbirt wird, hängt theils von dem Bau der Zellenwand der Wurzelfasern, theils auch von der Bildung gewisser Bestandtheile in der Pflanze ab. Der Same der Cerealien ist bekanntlich reich an phosphorsaurem Kalk; in dem Maaße, als das in den Säften aufgelös'te phosphorsanre Salz sich an jener Stelle mit dem Eiweiße daraus abscheidet, werden natürlich die Säfte ärmer an diesem Bestandtheile und können demzufolge nach den Gesetzen der Endosmose wieder neue Mengen desselben aus dem Boden aufnehmen. In dieser Beziehung steht die Bildung neuer Körper mit der sogenannten Wahlfähigkeit der Pflanzen im Zusammenhange. Könnte man vom schwefelsauren Natron und Salpeter, welche beide endosmotisch durch eine Blase gehen, das eine Salz sogleich, nachdem es ausgetreten ist, aus der Auflösung wegnehmen, so würde es darnach in um so größerem Maaße von der Blase hindurchgelassen werden.

*) Vers. zur Beförderung des Gartenbaues in Preußen. Bd. 6.

Hierhin gehören auch die Versuche von Bouchardat, Comptes Rendus. 1843. p. 112.

pes, welches vorzugsweise durch jene Gifte angetastet würde, sondern wir dürfen nur daraus folgern, daß der Zustand der Materie, woraus die Pflanze besteht, durch die giftige Substanz verändert wird. Die Vergiftung der Pflanzen durch Bleisalze möge als Beispiel dienen. Ein auflösliches Bleisalz kann in keine Zelle eindringen, ohne den Eiweißgehalt derselben zu präcipitiren, und veranlaßt dadurch eine gänzliche Störung in den Functionen der Zelle. Die von der Wurzel aufgesogenen Flüssigkeiten werden verhindert, in der Pflanze ferner emporzusteigen, und damit hat der Stoffwechsel in den meisten Theilen derselben ein Ende; mit anderen Worten, die Pflanze erkrankt und stirbt, wenn die Ursache der Störung nicht beseitigt wird.

Mögen andere Stoffe in anderer Weise auf die Pflanzentheile wirken, als das Bleisalz, immer ist der modificirte oder gestörte Stoffwechsel Ursache der Vergiftung, nicht aber das Antasten des sogenannten Lebensprincipes, welches auch hier wieder zur Erklärung hat dienen müssen. Selbst wenn Narcotica die Empfindlichkeit der Mimosa pudica vernichten, so hat dadurch letztere Erklärung noch keine Gültigkeit erlangt.

Die Wirkungen giftiger Substanzen auf die Pflanzen zeigen ferner, daß bei der Vergiftung des thierischen Organismus die Nerven nur soweit betheiligt sind, als sie die Wirkungen des Giftes fortpflanzen. Eine besondere Affection der Nerven anzunehmen, ist nicht statthaft; denn die Pflanzen besitzen keine solche Organe und werden doch vergiftet.

Es ist weit schwieriger, die Wirkungsweise der Gifte in der Pflanze zu verfolgen und ihr Maaß zu bestimmen, als im thierischen Organismus. Denn die Pflanzen sterben nicht so bald, und es läßt sich kaum bestimmen, wann das Sterben beginnt, noch wann der Tod erfolgt ist. Eine Vergleichung der giftigen Wirkungen einer Substanz auf Pflanzen derselben Gattung oder desselben Geschlechtes ist daher kaum ausführbar.

Miquel *) hat abgeschnittene Pflanzentheile in Auflösun-

*) Bulletin 1838. p. 137 und 160.

gen von Ammoniak, Blutlaugensalz, Kampher, Aq. laurocerasi, Extr. opii aq., Extr. hyoscyami und ähnliche Pflanzentheile daneben in reines Wasser gestellt und gefunden, daß jene für viele Pflanzen Gifte sind. Opium, Hyoscyamus, Aq. laurocerasi und solche Gifte, welche bei den Thieren, wie es heißt, auf das Nervensystem einwirken, tödten die Pflanzen eben sowohl, wie essigsaures Bleioxyd, welches im thierischen Organismus chemisch wirken soll, d. h. welches mit den Bestandtheilen des Thierkörpers unlösliche Verbindungen eingeht. Eine Pflanze aus dem Geschlechte Hyoscyamus starb leichter in Extr. opii, als in Extr. hyoscyami. Schübler und Zeller fanden, daß selbst narkotische Extracte, durch Einschnitte in die Pflanze gebracht, den Tod verursachten.

Die Vergiftung einer Pflanze offenbart sich in dem verminderten Absorptionsvermögen derselben für Flüssigkeiten, in der fahlen Färbung des Stengels, der Blätter und Zweige, die Entfärbung der grünen und anderen gefärbten Theile, und zuletzt in dem sichern Zeichen des Absterbens und des Todes, d. h. in der allmäligen Auflösung der Harmonie zwischen den verschiedenen Organen, die mit völliger Vernichtung dieser Harmonie, mit dem Stillstande aller normalen Verrichtungen endigt *).

Eine Aussonderung von Salzen, deren die Pflanze nicht bedarf, aus deren Wurzeln, ist nicht durch Versuche erwiesen; — was Princep in dieser Beziehung vom essigsauren Bleioxyde beobachtete, ist bloße Exosmose gewesen **). — Ich würde

*) Ueber die Aufnahme von Metallgiften durch Pflanzen, welche in gewöhnlicher Ackererde wachsen, vergl. Verver in Dissert., qua inquiritur: num publicae sanitati nocere possint venena metallica, quibus conserantur agri, ad occidenda animalia nociva. Gron. 1841. Aus Verver's Versuchen ergiebt sich, daß kleine Mengen von Metallgiften von dem Boden zurückgehalten werden und nicht in die Pflanzen eindringen, die Kupfer- und Eisensalze ausgenommen.

**) Braconnot hat die von Brugmans und später von de Candolle geäußerte und von Macaire Princep unterstützte Ansicht, daß nämlich die Pflanzen durch ihre Wurzeln Stoffe ausscheiden, welche anderen Gewächsen schädlich sein können, experimentell widergelegt (Ann. de Chim. et de Phys. T. 62. p. 83). Es giebt nach ihm keine solche giftige Excretionen, und Princep muß sich hierin geirrt haben.

diese Angabe mit Stillschweigen übergehen, wenn aus den bekannten Erscheinungen der Endosmose nicht zu folgen schiene, daß der Eintritt fester Stoffe in die Pflanzenwurzel nicht stattfinden kann, ohne daß gleichzeitig Verbindungen austreten. Es ist kein Beispiel von Endosmose bekannt, wo nicht am Ende die sich austauschenden Flüssigkeiten eine gleichmäßige Concentration erlangen, wo nicht ein Wechsel in zwei einander entgegengesetzten Richtungen erfolgt. Ich halte es daher auch für wahrscheinlich, daß die Wurzelfasern, wenn sie durch Endosmose die Flüssigkeiten des Bodens in sich aufnehmen, ihrerseits Bestandtheile dagegen austauschen. Auf diese Weise also, nicht aber in Folge eigentlicher Excretion würde die Pflanze den Boden wirklich mit ihren Bestandtheilen bereichern. Das Niedersteigen der Pflanzensäfte von den Blättern nach dem Stamme und von hier zu den Wurzeln, eine Thatsache, welche gegenwärtig nicht mehr geleugnet werden kann, hat diesem Punkte, den endosmotischen Wechsel der Pflanzenbestandtheile unter sich, und also auch mit denen des Bodens betreffend, ein neues Gewicht verliehen. Uebrigens kann die Ausgabe von Pflanzenbestandtheilen durch die Wurzel, wenn eine solche besteht, nur unbedeutend sein, weil die Flüssigkeit der äußersten Fibrillen sehr wenig feste Stoffe enthält *).

## Unorganische Nahrungsstoffe der Pflanzen.

Zu den für die Pflanzen unentbehrlichen Nahrungsmitteln gehören außer Kohlensäure, Wasser und Ammoniak und den organischen Theilen des Bodens auch noch die unorganischen Bestandtheile desselben.

Diese rühren nicht vom Regenwasser her, welches bekanntlich so wenige feste Stoffe, und namentlich so wenige von sol-

*) Rayney hat (l'Institut 1844. N. 551) beobachtet, daß eine Menge Pflanzen viel mehr Wasser aufsaugen, wenn man sie in reines Wasser bringt, als in verdünnten Auflösungen anderer Stoffe. Im letztern Falle hat der übrigbleibende nicht aufgesogene Theil dasselbe specifische Gewicht, wie die ganze Menge vor dem Versuche besaß.

chen enthält, die in den Pflanzen vorkommen, sondern stammen von den Gebirgsarten ab, aus denen die pulverförmige Ackererde in Folge der Verwitterung entstanden ist und werden durch das Regenwasser gelös't. Schon in dem gewöhnlichen Flußwasser trifft man sie an; mehr aber noch in solchem Wasser, welches die lockeren Erdschichten durchzieht, dem Brunnen- und Quellwasser. Schon Plinius sagt: Tales sunt aquae, qualis terra, per quam fluunt.

Aus jenem Wasser, welches die verwitterten Felsmassen, also die fruchtbare Erde in allen Richtungen durchzieht, nehmen die Pflanzen durch ihre Wurzeln einen großen Theil ihrer Bestandtheile in sich auf.

Gewöhnlich liegt das Niveau dieser Wassermassen tiefer, als daß es von den Wurzeln der Krautpflanzen erreicht werden kann, an vielen Stellen sehr tief, meistens aber nur einige Fuß unter der Oberfläche. Demzufolge müssen jene Pflanzen hauptsächlich von dem Regenwasser leben, welches die oberen Schichten der Erde befeuchtet.

Erwägen wir nun, daß das Regenwasser, indem es auf die Erde niederfällt und in den Boden eindringt, die oberen Schichten auswäscht und daraus viele der auflöslichen Salze mit sich in die Tiefe führt, so würde es in der That um das Pflanzenreich übel aussehen, und die Pflanzen, deren Wurzeln sich nicht sehr in die Tiefe erstrecken, müßten an den für ihre Ernährung und ihre Existenz überhaupt so unentbehrlichen unorganischen Stoffen Mangel leiden, wenn die Natur nicht auf andere Weise für reichliche Zufuhr derselben Sorge trüge.

In der Ackerkrume finden sich bis zu einer gewissen Tiefe überall Canäle von sogenanntem Brunnen- oder Quellwasser, dem Wasser, welches die den Pflanzen unentbehrlichen Salze und auch die vom Regen ausgewaschenen Salze der oberen Erdschichten aufgelös't enthält. Wenn nun bei trockenem Wetter an der Oberfläche des Bodens Wasser verdunstet, so steigen in Folge der Capillarwirkung die salzreicheren Flüssigkeiten der tie-

fer liegenden Erdschichten nach und nach in die ausgetrockneten oberen Lagen hinauf und lassen hier, während das Wasser auf's Neue verdunstet, concentrirtere Salzlösungen zurück, deren sich die Pflanzenwurzeln bemächtigen.

So erhält die Ackerkrume durch Capillarwirkung alle die löslichen Bestandtheile wieder, welche ihr durch den Regen entzogen werden. Dahin gehören namentlich die Verbindungen der Kalkerde, Magnesia, des Kali's und Natrons mit Salzsäure, Schwefelsäure, Kohlensäure, auch kieselsaures Kali. Außer jenen Salzen enthalten aber die Pflanzen noch andere unorganische Bestandtheile welche sich nicht im Wasser aufgelös't finden. Der Roggen und sehr viele andere Pflanzen sind reich an phosphorsauren Salzen, und müssen dieselben, wenn anders sie gedeihen sollen, in dem Boden ebenfalls vorfinden. In der That finden wir den phosphorsauren Kalk als Bestandtheil fast aller guten Bodenarten, und, wo er fehlt, wirkt die künstliche Zufuhr desselben, wie jede andere Düngung, auf den Ertrag der Ernte um so günstiger ein, je unentbehrlicher die Phosphorsäure für manche Getreidearten ist *).

Außer jenen Salzen enthalten fast alle Pflanzen auch unorganische Basen mit indifferenten Pflanzenstoffen vereinigt; Gummi und Pflanzenschleim kommen stets in Verbindung mit Kalk vor. Ferner sind manche Pflanzen reich an organischen Säuren, welche wiederum der Basen bedürfen, um in der Pflanze fortzubestehen; denn nur selten findet man freie Säuren, wenn man dahin nicht die Hälfte der Oxalsäure oder der Weinsäure rechnen will, welche mit Wasser verbunden in dem Kleesalze (oxalsaures Kali und oxalsaures Wasser) und im Cremor tartari (weinsteinsaures Kali mit weinsteinsaurem Wasser) angetroffen wird. Die Gerbsäure und wenige andere Säuren kommen im freien Zu-

*) Fownes (Ann. de Chim. et de Phys. Mars 1845. p. 377) fand in Gebirgsarten, die unter hohen Temperaturen entstanden sind, im Trachyt, Basalt, Lava, stets Phosphorsäure. Andere haben dieselbe nicht nachzuweisen vermocht. Dieser Gegenstand ist von großer Wichtigkeit, und verdient auf's Neue mit Sorgfalt untersucht zu werden.

stande vor, wahrscheinlich, weil sie keine Basen finden, womit sie sich vereinigen können und also an solchen Stellen erzeugt wurden, wo keine Basen vorhanden waren.

Das Kali des Kleesalzes und des Weinsteins stammt natürlich aus dem Boden her; so auch die anderen unorganischen Basen, welche in den organischen Salzen der Pflanzen enthalten sind.

Diese Basen: Kali, Natron, Kalk, Magnesia, sind in den einzelnen Theilen einer Pflanze sehr ungleich vertheilt und ihr Vorkommen steht ohne Zweifel mit den Functionen derjenigen Theile in Verbindung, worin sie in größerem oder geringerem Maaße angehäuft sind.

In welcher Form werden jene Basen von der Pflanze assimilirt? als organische Salze, in Verbindung mit Ulminsäure, Huminsäure, Geinsäure, Quellsaltzsäure und Quellsäure (siehe S. 173), oder als schwefelsaure, kohlensaure und salzsaure Verbindungen? Ich will versuchen, diese Frage zu beantworten.

In fast allen Pflanzen kommen schwefelhaltige organische Stoffe vor, nämlich Eiweiß und Gluten. Der Schwefel kann nur von zersetzter Schwefelsäure herrühren, und muß daher schwefelsauren Salzen entlehnt sein. Also können schwefelsaure Salze zersetzt werden, und indem sie Schwefel geben, müssen andererseits ihre Basen frei werden, welche dann Gelegenheit finden, sich mit den in der Pflanze bereiteten organischen Säuren, z. B. Aconitsäure, Chinasäure zu verbinden. Da nun die schwefelhaltigen Stoffe, Eiweiß, Gluten u. s. w. allgemeine Bestandtheile der Pflanzen sind, so läßt sich schließen, daß jener Proceß, in Folge dessen die schwefelsauren Salze zersetzt und deren Basen in Freiheit gesetzt werden, auch ein allgemeiner sei.

Außerdem kommt in manchen Pflanzenproteinverbindungen freier Phosphor vor, der seine Entstehung einer Zersetzung der Phosphorsäure, also phosphorsaurer Salze, verdankt, wobei die Basen ebenfalls frei werden, um sich mit organischen Säuren zu verbinden.

Die Zerlegung der Chlorüre in den Pflanzen wird durch keinen einzigen Beweisgrund unterstützt. Doch ist bemerkenswerth, daß in den See- und Küstenpflanzen und in manchen Productionen der Seethiere Jod gewissermaßen als organisches Element auftritt. Der Schwamm enthält Jod ebenso mit Kohle, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff verbunden, wie das Eiweiß den Schwefel.

Ueber die Zersetzung kohlensaurer Salze ist kein Zweifel. Oxalsäure in Berührung mit kohlensauren Verbindungen treibt die Säure aus und verbindet sich mit der Basis. Versuche haben außerdem dargethan, daß kohlensaure Salze durch die Pflanze selbst zerlegt werden (Draper). Ueberall, wo also freie Säuren sich bilden, verlieren die vorhandenen kohlensauren Salze ihre Säure, und umgekehrt, wo ein kohlensaures Salz durch das Licht zersetzt wird, sind die Bedingungen zur Bildung eines organischen, Alkali enthaltenden, Salzes gegeben.

Nimmt man hinzu, daß die Pflanzenwurzeln kieselsaures Kali und Natron aufsaugen, und daß an vielen Stellen Kieselerde ausgeschieden, also Kali und Natron davon getrennt wird, daß ferner die huminsauren, ulminsauren, geinsauren, quellsauren und quellsatzsauren Verbindungen von Kali, Natron, Magnesia, Kalk und Eisenoxyd in die Pflanzen eindringen und die organischen Bestandtheile in dem Maaße zersetzt werden, als sie in der Pflanze emporsteigen, so ergiebt sich, daß eine Menge von Ursachen zusammenwirken, um den Pflanzenorganismus mit den unorganischen Basen zu versehen, welche sich sowohl in Verbindung mit Pflanzensäuren, als mit den indifferenten Stoffen: Gummi, Pflanzenschleim, Dextrin, Pectose, Cellulose, der inkrustirenden Substanz, der der Cuticula u. s. w. vorfinden.

Unter jenen unorganischen Basen, welche mit organischen Säuren verbunden in den Pflanzen vorkommen, sind einige ihrer chemischen Natur nach so nahe verwandt, daß sie sich

bisweilen ganz oder zum Theile vertreten. Dies gilt namentlich vom Kali, Natron und Ammoniak; ferner vom Kalke und der Magnesia; und es ist Thatsache, daß manche Pflanzen — jedoch bei Weitem nicht alle — in verschiedenen Bodenarten, die eine der Basen anstatt der andern aufnehmen.

Diese Vertretung der Basen hat übrigens, wie bekannt ist, ihre Grenzen. Die Küstenpflanzen, welche des Natrons bedürfen, gedeihen nicht in kalireicher, natronfreier Erde; und vermag man immerhin eine Pflanze durch die Cultur dahin zu bringen, daß sie andere Basen assimilirt, als ihr eigenthümlich sind, so behält sie ihren ursprünglichen chemischen Charakter niemals unverändert bei. Der Samen von Havannahtabak in Java gesäet, giebt das erste Mal einen Tabak, welcher dem von Havannah nahe kommt; aber schon der erste in Java geerntete Samen liefert ein von dem ursprünglichen sehr verschiedenes Product, und nach mehreren Ernten ist der Havannahtabak ganz in Javatabak ausgeartet. Die Basen des Bodens zu Havannah und Java können hiervon allein die Ursache sein.

Man hat den Unterschied zwischen Culturgewächsen und wild wachsenden Pflanzen stets daraus erklärt, daß erstere zu reichlich mit Nahrungsstoffen versorgt werden. Die Verschiedenheit der unorganischen Bestandtheile des Bodens ist hierbei gewiß ebenfalls zu berücksichtigen.

Wenn schon manche Basen sich in der Pflanze vertreten können, so ist damit nicht ausgemacht, daß der Charakter solcher Pflanzen unverändert bleibt, daß ihre organischen Bestandtheile dieselben sind. Die Erfahrung beweis't eben das Gegentheil; Pflanzen von verschieden trophologischen oder pharmakologischen Eigenschaften enthalten auch verschiedene Basen *).

Man hat bis jetzt noch nicht streng genug die Basen, welche in den festen Theilen der Pflanze vorkommen, von denjenigen

*) Unger hat die Pflanzen nach den unorganischen Bestandtheilen eingetheilt, welche sie dem Boden entziehen.

unterschieden, die in den weichen Theilen derselben enthalten sind, und doch ist diese Unterscheidung von Wichtigkeit. »In der Pflanze« ist ein sehr allgemeiner Begriff. Schon die festen Theile der Pflanzen allein sind sehr verschiedenartiger Natur. »In den festen Theilen der Pflanze« ist also ebenfalls sehr unwissenschaftlich gesprochen. Wir sehen daraus, wie viel uns in diesem Theile der Wissenschaft zu erforschen noch übrig bleibt.

Es würde ein zufälliges Zusammentreffen von hundert verschiedenen Umständen sein, wenn ein solches Verhältniß unter den Basen bestände, daß die Sauerstoffmengen derselben für jede Pflanzengattung, gleichviel auf welchem Boden sie wüchse, stets dieselben wären. Letztere ist Liebig's Ansicht (Agriculturchemie, 5te Aufl., S. 86); aber, wie gesagt, wo der Fall eintritt, kann nur Zufall im Spiele sein. Daß die Sauerstoffmenge bei gleichen Pflanzen ungefähr dieselben sind, läßt sich schon aus allgemeinen Gründen vermuthen; aber mehr als annäherungsweise finden — bekannten Analysen zur Folge — jene Beziehungen nicht Statt, und ich glaube nicht, daß das Gesetz in der Wissenschaft Eingang finden wird, »daß die Sauerstoffmenge aller alkalischen Basen zusammengenommen unter allen Umständen unveränderlich ist — auf welchem Boden die Pflanze auch wachsen, welchen Boden sie auch erhalten mag.« Auch hat die Erfahrung jenes Gesetz nicht bestätigt (siehe weiter unten).

Abgesehen davon, daß man bei den bis jetzt in dieser Beziehung angestellten Analysen die Salze aller Pflanzenorgane, des Zelleninhaltes u. s. w. zusammen bestimmt und dadurch eben nur eine solche Genauigkeit der Resultate erzielen konnte, als sie bei Analysen von Gemengen zu erlangen ist, die natürlich immer eine gewisse Annäherung geben, so darf doch auch das Ammoniak dabei nicht außer Acht gelassen werden, welches als Basis ohne Zweifel Kali und Natron vertritt und durch jene wieder in der Pflanzennahrung ersetzt werden kann, dessen Gegenwart also sowohl auf die Menge der in die Pflanze eintre-

tenden festen Basen, als auch auf die in der Pflanze vor sich gehenden Processe den größtmöglichsten Einfluß ausüben muß.

Die Differenzen in den Analysen von Berthier *) und de Saussure hinsichtlich der Mengen von Basen, welche sie in denselben aber auf verschiedenem Boden gewachsenen Pflanzenspecies gefunden haben, scheinen nur zum Theil in dem verschiedenen Ammoniakgehalte nur Erklärung zu finden: eine Basis, wodurch alle Säuren, deren die Pflanze bedarf, ihr aus dem Boden zugeführt werden können, da sie mit allen denselben sehr leicht auflösliche Salze bildet.

Kurz, gilt der Satz, daß die Sauerstoffmenge, welche die Basen der Pflanzen besitzen, für dieselbe Pflanzenspecies eine constante Größe ist, gleichviel auf welchem Boden sie wächst, so kann wenigstens durch Verbrennung und die Analyse der hinterbleibenden Asche dieses Gesetz nicht gefunden werden, weil eine der Basen, das Ammoniak, sich beim Glühen verflüchtigt, also nicht in Rechnung zu bringen ist.

Man werfe nicht dagegen ein, daß das Ammoniak als Basis fast ganz in der Pflanze verschwinde, daß es gleich dem Kohlenstoff und Sauerstoff als organischer Nahrungsstoff diene; dem widerspricht wenigstens der Umstand, daß die Cellulose, unter welcher Form sie auch vorkommt, ferner alle abgelagerte Proteinverbindungen, kurz alle feste Pflanzentheile, auch Kali, Natron, Kalk und Magnesia als Basen den Pflanzensäuren entziehen. Wenn daher Ammoniak in organische Stoffe übergeht, so werden die Säuren frei, welche zuvor damit verbunden waren; gleichwie dies geschieht, wenn die Basen sich mit indifferenteren Stoffen vereinigen.

Ich sehe hier hundert verschiedene Ursachen zusammenwirken, welche eine gewisse Annäherung bewirken können; aber jenes Gesetz als solches scheint mir nicht bewiesen, und gegenwärtig nicht zu beweisen, selbst dann nicht, wenn man es allein auf die

*) Annales de Chim. et de Physique. Tome 32, p. 248.

Säuren ansdehnt, welche in dem Zelleninhalte vorkommen, wie Weinsteinsäure u. a., weil manche Sänren, die Gerbsäure, Citronensäure u. s. w. in ungebundenem Zustande in den Pflanzen enthalten sind.

In dem Falle, wo die Kohlensäure kohlensaurer Salze unter Zutritt einer größeren Menge Kohlensäure in eine organische Säure übergeht, muß ein Salz, eine Verbindung der organischen Säure mit einer unorganischen Basis im bestimmten chemischen Verhältnisse entstehen. Für diesen Fall würde das von Liebig aufgestellte Gesetz zu folgender Zusammensetzung des Weinsteins führen:

$$C_4\,H_4\,O_5,\,H_2\,O + C_4\,H_4\,O_5,\,K\,O,$$

woran Niemand zweifeln kann.

Wie das Verhältniß der unorganischen Basen zu den indifferenten, Form besitzenden Theilen der Pflanze ist, wissen wir gegenwärtig noch nicht; da jene Theile keine Pflanzensäuren, sondern die Basen in Verbindung mit Cellulose oder der inkrustirenden Substanz enthalten, und in manchen Pflanzen den Hauptbestandtheil ausmachen, so hat die Phytochemie jenen Gegenstand noch zu bearbeiten, wie es in der Zoochemie hinsichtlich der Knochen geschehen ist.

Daß endlich die Pflanzen, wie man früher annahm, die Basen nach ihrem Bedarf in dem Boden aufsuchen, muß als völlig unbegründet angesehen werden. Wenn aber, wie die Erfahrung lehrt, verschiedene Pflanzen, welche unter gleichen Verhältnissen auf demselben Boden dicht neben einander wachsen, bei der Verbrennung verschiedene Mengen Asche zurücklassen, so muß diese Thatsache daraus erklärt werden, daß durch schnellere oder langsamere Verdampfung und andere S. 675 bezeichnete Ursachen die Aufnahme des Wassers aus dem Boden und der darin gelös'ten und in der Pflanze zurückbleibenden Salze modificirt wird. Daher kommt es denn auch, daß manche Pflanzen einen viel feuchteren Boden und ein an Salzen reicheres Wasser bedürfen, als andere. Tausend Theile Eichenholz hinterlie-

ßen 25 Theile Asche; gleich viel Lindenholz 50 Theile Asche (Berthier).

Ueber das Vorkommen der unorganischen Basen in den Pflanzen läßt sich daher kein allgemeines Gesetz aufstellen. Wir finden sie in allen Pflanzen ohne Unterschied, bloß Mycoderma vini ausgenommen, enthalten alle bis jetzt untersuchten Pflanzen unorganische Bestandtheile. Wir wisseu ferner, daß ein Theil derselben mit Pflanzensäuren vereinigt ist, z. B. in der China Kalk mit Chinasäure, in den Oxalisarten Kali mit Oxalsäure, in den Trauben Kali und Kalk mit Weinsteinsäure.

Aber während sie in den genannten und anderen säurehaltigen Pflanzen hinreichen, um die vorhandenen Säuren zu neutralisiren, und wenn sich ihre Quantität dort nach dem Gehalte der Säuren richtet, so giebt es doch auch viele Pflanzen, in denen die Säuren fehlen und die nichts desto weniger eine ansehnliche Menge Basen enthalten. Wiederum mangeln die Basen in Pflanzen, welche durch einen Gehalt an freier Säure ausgezeichnet sind. Man findet die Basen in jeder Zellenwand, wie jung sie auch sein möge, in der Spiralfaser, wie in den verdickten Holzzellen wieder.

Wir schließen daraus, daß sie für das Pflanzenleben unentbehrlich sind; die Pflanze kränkelt, wenn man ihr die nöthigen Basen entzieht und bringt dann, weil sie krank ist, diejenigen Stoffe nicht mehr hervor, welche sie im normalen Zustande erzeugt. Aber wir folgern daraus nicht, daß die einzelnen Stoffe, welche im krankhaften Zustande nicht mehr producirt werden, unmittelbar selbst der Basen zu ihrem Bestehen bedürfen. Das Amylum z. B. enthält fast gar keine unorganische Bestandtheile; es bildet sich außer dem directen Einflusse derselben; aber der Zelleninhalt, welches das Dextrin des Pflanzensaftes in Amylum verwandeln muß, kann sie nicht entbehren, er verliert seine Eigenschaften, wenn ihm nicht die nöthigen Basen dargeboten werden. Demzufolge wird kein Amylum erzeugt, obschon es selbst nicht der Basen bedarf. — Auf gleiche Weise verhält es

sich mit den Pflanzensäuren. Ich glaube, wir würden sehr irren, wollten wir annehmen, daß eine Pflanze, der man die nöthige Menge Kali vorenthält, deshalb kein oxalsaures oder weinsteinsaures Kali hervorbringt, weil die Säuren keine Basen finden, welche sie neutralisiren. Die Pflanze wird vielmehr bei Mangel an Kali krank, ihre Bestandtheile setzen sich in anderer Weise um, als im normalen Zustande und in Folge der allgemeinen Krankheit, also im indirecten Zusammenhange mit dem Mangel an Kali hört die Bildung von Oxalsäure und Weinsäure auf. Eine Pflanze, der man alle unorganischen Stoffe entzieht, bringt Nichts hervor; und wer behaupten wollte, daß von der Gegenwart der unorganischeu Basen die Bildung der Säuren abhängt, müßte auch zugeben, daß die Vegetation überhaupt, die Production der Pflanzenalkalien, ätherischen Oele, Farbstoffe u. s. w. durch sie bedingt ist.

Dies ist der einzige Zusammenhang, welchen ich zwischen dem Gehalte an Säure, der sich analytisch aus einer Pflanze ausziehen läßt, und der Menge der Basen erkennen kann, welche ihr als Nahrung dargeboten werden. Je mehr Basen — bis zu einer gewissen Grenze hin — in die Pflanze eintreten, um so kräftiger wird sie emporwachsen, eine desto größere Menge der ihr eigenthümlichen Verbindungen, z. B. Säuren, wird sich bilden und durch Ablagerung dem in der Pflanze überall thätigen Stoffwechsel entziehen. Nur auf diese Weise läßt sich die sonst räthselhafte Beobachtung erklären, daß die Bildung der Säuren mit dem Vorkommen der Basen gleichen Schritt hält; denn wenn die Säure z. B. in der Frucht erzeugt wird, so können wir uns doch füglich die Wurzel nicht mit dem Vermögen begabt denken, dafür zu sorgen, daß die Säure in der Frucht durch Kali hinreichend gesättigt werde.

Es ist leicht begreiflich, weshalb in nassen Jahren die Früchte sauer bleiben; denn in der Frucht findet nicht die gehörige Verdampfung des Wassers Statt und der Pflanzensaft kann deshalb nicht in hinreichender Menge zu der Frucht gelangen, um mit

seinen aufgelösten Basen die Säuren zu neutralisiren. Reife Früchte müssen deshalb mehr Asche hinterlassen, als saure, und deshalb möchten Berard's Versuche nicht volles Vertrauen verdienen *).

Die sauren und unreifen Früchte enthalten endlich eine größere oder geringere Menge freier Säuren, ein Beweis, daß die Säuren gebildet werden, bevor unorganische Basen in hinlänglicher Menge vorhanden sind. Daraus folgt zugleich, daß die Quantität der erzeugten Säuren mit der Menge der als Nahrungsstoff zugeführten Basen nicht gleichen Schritt hält.

Den obigen Betrachtungen zufolge kann ich Liebig's Ansicht (Journ. de Pharm. et de Chim. 1843, Tome IV, p. 87.) über den Einfluß der Basen auf die Erzeugung von Säuren in den Pflanzen nicht theilen, sondern glaube, daß jener für die Entwickelung der Pflanzen wichtige Gegenstand aus einem andern Gesichtspunkte aufgefaßt werden muß.

Ich will hier die Resultate einiger Pflanzenaschenanalysen mittheilen, welche kürzlich unter der Leitung von Fresenius und Will ausgeführt stnd. (Annalen der Chemie und Pharmacie, Juni 1844.)

Sie theilen die Pflanzenaschen in drei Hauptgruppen ein:

Asche mit kohlensauren Erden und Alkalien als Hauptbestandtheilen. Eine solche geben die Holzarten und an Pflanzensäuren reiche krautartige Gewächse und Moose.

Asche mit vorwaltenden phosphorsauren Alkalien und alkalischen Erden, wohin die Asche der Samen gehört.

Asche, deren Hauptbestandtheil Kieselerde ausmacht, wie man von den Halmen der Gräser und Equisetaceen erhält.

---

*) Johnston (Landbouwkundige scheikunde, p. 47) erhielt von Weizenstroh fünf Wochen vor der Reife 4 Procent Asche, während das Stroh des reifen auf demselben Boden gewachsenen Weizens 5 Procent Asche hinterließ.

Von Berard's Versuchen wird später in dem Artikel vom Reifen der Früchte die Rede sein.

Ist jene Eintheilung auch nicht streng durchzuführen, so gewährt sie doch wenigstens einige sichere Anhaltspunkte.

Sie fanden im ungarischen Tabak 18,9 bis 27,36% Asche; in den Blättern von Viscum album 10,93%; in dem Stengel 3,67%; in Pyrus malus 1,29%; in dem Moose von einem Apfelbaum 3,62%.

Von den zehn Tabaksaschenanalysen will ich drei mittheilen, welche mit Tabak von verschiedenen Standorten angestellt sind.

| | I | IV | X |
|---|---|---|---|
| Kali | 29,08 | 18,20 | 11,21 |
| Natron | 2,26 | — | — |
| Kalk | 27,67 | 27,86 | 47,03 |
| Magnesia | 7,22 | 15,73 | 12,77 |
| Chlornatrium | 0,91 | 11,41 | 2,58 |
| Chlorkalium | — | 3,92 | 2,97 |
| Phosphorsaures Eisenoxyd | 8,78 | 6,80 | 6,30 |
| Schwefelsaurer Kalk | 6,43 | 10,11 | 5,11 |
| Kieselerde | 17,65 | 5,97 | 12,03 |
| Sauerstoffgehalt der Basen | 16,06 | 16,98 | 20,05 |

In den vorstehenden Analysen offenbart sich die gegenseitige Vertretung der Basen auf's Deutlichste. Aber die Differenzen zwischen den Sauerstoffmengen der Basen in I, IV und X sind so groß, daß man an ein constantes Verhältniß in Bezug auf die Menge der in derselben Pflanzengattung sich findenden Basen nicht denken kann. Jene Abweichungen können durch den größeren Saftreichthum der einen Tabakspflanze vor der andern und auch dadurch veranlaßt sein, daß der Salpetergehalt jener Pflanzen bei der Analyse unberücksichtigt geblieben ist.

| | Rother Weizen | Weißer Weizen | Roggen (Körner) | Roggenstroh | Erbsen | Apfelbaum |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kali | 21,87 | 33,84 | 32,76 | 17,19 | 39,51 | 19,24 |
| Natron | 15,75 | — | 4,45 | — | 3,98 | 0,46 |
| Kalk | 1,93 | 3,09 | 2,92 | 9,06 | 5,91 | 63,60 |
| Magnesia | 9,60 | 13,54 | 10,13 | 2,41 | 6,43 | 7,45 |
| Eisenoxyd | 1,36 | 0,34 | 0,82 | 1,36 | 1,05 | — |
| Phosphorsäure | 49,32 | 49,21 | 47,29 | 3,82 | 34,50 | 4,15 |
| Chlornatrium | — | — | — | 0,57 | 3,71 | 0,45 |
| Chlorkalium | — | — | — | 0,26 | — | — |
| Schwefelsäure | 0,17 | — | 1,46 | 0,83 | 4,91 | 0,93 |
| Kieselsäure | — | — | 0,17 | 64,50 | — | 1,31 |
| Sauerstoff der an Phosphorsäure gebundenen Basen | 12,35 | 11,92 | 11,97 | | 11,18 | |

Was die vorstehenden Analysen anlangt, so ist bemerkenswerth, daß Fresenius und Will, Bichon, Thon und Boussingault in den Erbsen von ganz verschiedenen Standorten die constante Menge von 34% Phosphorsäure gefunden haben, wovon freilich ein Theil von dem Phosphorgehalte der Proteinverbindungen herrührt. Der Kaligehalt variirt zwischen 34 zu 39,5%, Natron, Kalk und Magnesia im umgekehrten Verhältnisse. Die Sauerstoffmenge der Erbsenasche beträgt 11,18 bis 31,51%. Die gefundene Schwefelsäure ist zum Theil durch Oxydation aus dem Schwefel der Proteinverbindungen hervorgegangen.

Die folgende Tabelle giebt eine gute Uebersicht über die unorganischen Bestandtheile mancher zur Nahrung dienenden Pflanzentheile, in Bezug auf welche die soeben über die Phosphorsäure und Schwefelsäure gemachte Bemerkuag ebenfalls gilt. Diese Daten sind den Mittheilungen von Fresenius und Will entnommen.

| | Vicia faba. Bichon. | Phaseolus vulg. Thon. | Gerste. Bichon. | Hafer. Boussing. | Eicheln. Kleinschmidt. |
|---|---|---|---|---|---|
| Kali | 20,82 | 21,71 | 3,91 | 12,9 | 64,64 |
| Natron | 19,06 | 21,07 | 16,79 | — | — |
| Kalk | 7,26 | 5,38 | 3,36 | 3,7 | 4,89 |
| Magnesia | 8,87 | 7,35 | 10,05 | 7,7 | 5,57 |
| Eisenoxyd | 1,03 | 0,34 | 1,93 | 1,3 | — |

| | Vicia faba. Bichon. | Phaseolus vulg. Thon. | Gerste. Bichon. | Hafer. Boussing. | Eicheln. Kleinschmidt. |
|---|---|---|---|---|---|
| Phosphorsäure . . . . | 37,94 | 35,33 | 40,63 | 14,9 | 15,62 |
| Chlornatrium . . . . | — | 3,32 | — | — | 0,98 |
| Schwefelsäure . . . . | 1,34 | 2,28 | 0,26 | 1,0 | — |
| Chlor . . . . . . . . | 1,48 | — | — | 0,5 | — |
| Kieselsäure . . . . . . | 2,46 | 1,48 | 21,99 | 53,3 | 0,96 |
| Phosphorsaur. Eisenoxyd | — | — | — | — | 2,61 |
| Schwefelsaurer Kalk | — | — | — | — | 4,73 |
| Sauerstoff der Basen | 13,56 | 13,04 | 11,70 | 14,95 *) | |

Von obigen Bestimmungen weichen die Analysen von Johnston (Agriculturchemie S. 48 und 50.) sehr bedeutend ab. Die folgenden Pflanzenaschen enthaltennach ihm in 100 Theilen:

| | Weizen | Weizenstroh | Gerste | Gerstenstroh | Hafer | Haferstroh | Bohnen | Bohnenstroh |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kali . . . . . . . | 19 | 0,5 | 12 | 3,5 | 6 | 15 | 19,5 | 53 |
| Natron . . . . . | 20,5 | 0,75 | 12 | 1 | 5 | Spuren | 38 | 1,5 |
| Kalk . . . . . . . | 8 | 7 | 4,5 | 10,5 | 3 | 2,75 | 7,75 | 20 |
| Magnesia . . . . | 8 | 1 | 8 | 1,5 | 2,5 | 0,5 | 7,5 | 6,75 |
| Thonerde? . . . . | 2 | 2,75 | 1 | 3 | 0,5 | Spuren | 1,5 | 0,5 |
| Eisensalze . . . . | — | — | Spuren | 0,5 | 1,5 | Spuren | — | 0,5 |
| Kieselerde . . . . | 34 | 81 | 50 | 73,5 | 76,5 | 80 | 6 | 7 |
| Schwefelsäure . . | 4 | 1 | 2,5 | 2 | 1,5 | 1,5 | 4 | 1 |
| Phosphorsäure . | 3,5 | 5 | 9 | 3 | 3 | 0,25 | 13,75 | 7,25 |
| Chlor . . . . . | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 0,5 | Spuren | 2 | 2,5**) |

Es ist sehr wichtig, zu beachten, daß diese unorganischen Bestandtheile nicht gleichmäßig in der Pflanze vertheilt, sondern an manchen Stellen viel mehr angehäuft sind, als an anderen Theilen derselben. Dies deutet auf einen Zusammenhang zwischen den organischen und unorganischen Bestandtheilen der Pflanzen, dessen Ermittelung von dem höchsten Interesse ist. Johnston (Agriculturchemie S. 43.) giebt in Be-

*) Hertwig hat noch von anderen Pflanzen Aschenanalysen mitgetheilt (Ann. der Chemie und Pharmacie, April 1843, S. 87). Auch enthält die citirte Abhandlung von Fresenius und Will noch mehrere Analysen.

**) Bei Payen (Mém. sur les développemens des végétaux, p. 318.) findet man noch andere Bestimmungen der unorganischen Bestandtheile der Pflanzen.

zug auf den Aschengehalt verschiedener Pflanzentheile folgendes Verhältniß an:

Asche von 1000 Theilen.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Hafer . . . . | 35 | Haferstroh . . . . . . . . | 60 |
| Bohnen . . . . | 30 | | |
| Erbsen . . . . | 28 | Erbsenstroh . . . . . . . . | 50 |
| Gerste . . . . | 20 | Gerstenstroh . . . . . . . . | 50 |
| Türkischer Weizen | 15 | Stroh von türkischem Weizen | 50 |
| Roggen . . . . | 10 | Roggenstroh . . . . . . | 30 |
| Weizen . . . . | 12 | Weizenstroh . . . . . . . . | 50 |

Die vorstehenden Zahlen beweisen, daß die verschiedenen Pflanzen verschiedene Mengen der unorganischen Stoffe bedürfen, und daß daher jede eine besondere Cultur verlangt; zugleich ergiebt sich daraus, daß man das Productionsvermögen des Bodens durch Zuführung einer überflüssigen Menge unorganischer Stoffe nicht vergrößern kann. Bei dem Roggen und dem Weizen wird man dadurch zwar eine reichlichere Ernte an Stroh erzielen, aber die Anzahl und das Gewicht der Körner wird sich nicht bedeutend vermehren. Johnston bemerkt (p. 45), daß der Aschengehalt im Stroh mit der Entfernung von der Wurzel zunimmt, in der Weise, daß, wenn das unterste Viertel eines Halmes von Weizenstroh 3 bis 4 Theile Asche hinterläßt, das folgende Viertel 5 bis 6 Theile, das nächste 6 bis 7 Theile und das oberste 8 bis 9 Theile Asche giebt. Dagegen enthält Hafer- und Roggenstroh die größte Menge unorganischer Stoffe in den untersten Theilen.

Aehnliche Bestimmungen sind auch kürzlich von A. Vogel d. J. gemacht, (Annalen der Chemie und Pharmacie, Juli 1844, S. 139). Er hat die Asche von Pyrus spectabilis untersucht, und zwar einzeln die vom Stamm, den Blättern und der Frucht. Die Resultate sind folgende:

Stamm.

| | |
|---|---|
| Kohlensaure Alkalien . . . . . . . . . . . . | 4,6 |
| Kohlensaurer Kalk . . . . . . . . . . . . . | 82,2 |
| Kohlensaure Magnesia . . . . . . . . . . . | 4,9 |
| Phosphorsaurer Kalk und phosphors. Magnesia . . | 8,8 |
| | 100,5 |

Blätter.

| | |
|---|---|
| Kohlensaure Alkalien mit Spuren von Chlonatrium<br>Schwefelsaures Kali und phosphorsaure Alkalien | 6,8 |
| Kohlensaurer Kalk . . . . . . . . . . . . . | 72,9 |
| Kohlensaure Magnesia . . . . . . . . . . . | 9,76 |
| Phosphorsaurer Kalk und phosphors. Magnesia . . | 10,5 |
| | 99,96 |

Frucht.

| | |
|---|---|
| Kohlensaure Alkalien . . . . . . . . . . . . | 19,0 |
| Phosphorsaure Alkalien . . . . . . . . . . . | 14,1 |
| Kohlensaurer Kalk . . . . . . . . . . . . . | 37,0 |
| Kohlensaure Magnesia . . . . . . . . . . . | 5,52 |
| Phosphorsaurer Kalk und phosphors. Magnesia . . | 18,6 |
| Kieselerde . . . . . . . . . . . . . . . . | 3,7 |
| | 97,92 |

Jene Analysen bestätigen, was oben (S. 687) über die Unhaltbarkeit der Vorstellung gesagt ist, daß eine ganze Pflanze überall eine solche Menge Aschenbestandtheile enthalten soll, daß die Sauerstoffmenge derselben eine constante Größe ausmacht. Uebrigens scheint in der Asche des Stammes die geringe Menge Chlornatrium und schwefelsaures Kali, welche in den Blättern gefunden ist, übersehen zu sein. Woher sollten diese Salze anders kommen, wenn sie nicht durch den Stamm zu den Blättern gelangten?

Der bedeutende Gehalt der Früchte an phosphorsauren

Alkalien und der Reichthum derselben an phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Magnesia, durch welchen sie sich vor dem Stamme und den Blättern auszeichnen, steht offenbar im Zusammenhange mit dem Reichthum an Säften, und ist daher nicht von den Formbestandtheilen abzuleiten. Von so großem Werthe obige Analysen immerhin sind, so haben sie doch nur ein geringes wissenschaftliches Interesse. Eine gleich große Menge Pflanzensaft aus dem Stamme oder den Blättern würde natürlich ein mit den Aschenbestandtheilen der Frucht weit mehr übereinstimmendes Resultat gegeben haben, als im obigen Fall, wo Stamm, Blätter und Früchte ihrer Gesammtmasse nach verbrannt sind.

Man muß gestehen, daß die Aschenanalysen der Eiche, welche vor vielen Jahren von de Saussure angestellt sind, einen viel höheren wissenschaftlichen Werth haben, als die vorigen.

| | In 1000 Theilen der grünen Pflanze enthaltene Asche | In 1000 Theilen der trockenen Pflanze enthaltene Asche | In 1000 Theilen der grünen Pflanze enthaltenes Wasser | 100 Theile Asche enthalten | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | in Wasser lösliche Salze | phosphorsaure Salze | kohlensaure Salze | kieselsaure Salze | Metalloxyde | Verlust |
| Blätter der Eiche 10. Mai . . . | 13 | 53 | 754 | 47 | 21 | 0,12 | 3 | 0,64 | 25,24 |
| dto 27. Sept. . . | 24 | 55 | 594 | 17 | 18,25 | 0,23 | 14,5 | 1,75 | 25,5 |
| Von Bast befreite Zweige . . . . | — | — | — | 26 | 28,5 | 12,25 | 0,12 | 1 | 32,58 |
| Rinde derselben | — | 60 | — | 7 | 4,5 | 63,25 | 0,25 | 1,75 | 22,75 |
| Kernholz . . . . | — | 2 | — | 38,3 | 7,5 | 32 | 2 | 2,25 | 20,65 |
| Splint . . . . . | — | 4 | — | 32 | 24 | 11 | 7,5 | 2 | 23,5 |
| Rinde vom Stamme | — | 60 | — | 7 | 3 | 66 | 1,5 | 2 | 31,5 |
| Bast der Rinde | — | 73 | — | 7 | 3,75 | 65 | 0,5 | 1 | 22,75 |
| Eichenholzextract | — | 61 | — | 51 | — | — | — | — | — |
| Erdkrume von Eichenholz . . | — | 41 | — | 24 | 10,5 | 10 | 32 | 14 | 8,5 |
| Extract aus dieser Erde . . . . . | — | 111 | — | 66 | 66 | — | — | — | — |

Wie groß die Menge der unorganischen Bestandtheile ist, welche durch die Pflanzen dem Boden entzogen werden, erhellt aus folgenden Angaben von Johnston (l. c. p. 52). In

vier aufeinander folgenden Ernten, worin die eingesammelten Früchte für den Morgen waren:

Im ersten Jahre Rüben, 25 Tonnen Wurzeln und 7 Tonnen Laub;

im zweiten Jahre Gerste, 38 Scheffel, jeder von 63 Pfund Gewicht, und 1 Tonne Stroh;

im dritten Jahre Klee und Saatgras, von jedem eine Tonne Heu;

im vierten Jahre Weizen, 25 Scheffel von je 60 Pfund und $1^3/_4$ Tonnen Stroh;

wurden dem Lande folgende Bestandtheile genommen:

| | | |
|---|---|---|
| Kali . . . . . . . . | 281 | Pfund |
| Natron . . . . . . . | 130 | » |
| Kalk . . . . . . . . | 242 | » |
| Magnesia . . . . . | 42 | » |
| Thonerde? . . . . . | 11 | » |
| Kieselerde . . . . . | 318 | » |
| Schwefelsäure . . . . | 111 | » |
| Phosphorsäure . . . . | 66 | » |
| Chlor . . . . . . . . | 39 | » |
| Zusammen | 1240 | Pfund. |

Von den vier genannten Pflanzen nimmt eine jede besondere Theile aus dem Boden in sich auf; woraus folgt, daß eine Bodenart, welche durch wiederholte Bepflanzung mit irgend einer Pflanzengattung an gewissen Bestandtheilen erschöpft ist, für die Cultur einer andern Gattung immer noch sehr gut sein kann, und daß, wenn das durch Capillarwirkung aus der Tiefe empordringende Quellwasser die der Ackerkrume entzogenen unorganischen Stoffe nicht im genügenden Maaße zu ersetzen vermag, man genöthigt ist, jene Theile dem Boden künstlich zuzuführen. Dies ist besonders in Betreff der phosphorsauren Salze erforderlich, welche im gewöhnlichen Wasser nicht vorkommen. Endlich folgt auch daraus, wie vortheilhaft

das Unterpflügen der Wurzeln und anderer Pflanzentheile für eine Bodenart ist, weil außer den organischen Bestandtheilen auch die darin enthaltenen unorganischen Theile auf diese Weise dem Lande bleiben und die spätere Vegetation mit Nahrungsstoffen versorgen.

Aus dem Obigen erklärt sich sehr leicht, weshalb, abgesehen von allen anderen Ursachen, die Topf- und Orangeriegewächse bei uns in den Gewächshäusern nie recht gedeihen; es fehlen ihnen die Salze, welche ihnen im ursprünglichen Zustande aus dem Boden zugeführt werden, und ohne welche sie nicht zur vollkommenen Entwickelung gelangen können. Man entzieht ihnen eins der ersten Lebensbedürfnisse. Aus demselben Grunde ist unser Heideboden so unfruchtbar; er würde in fruchtbares Land umzuschaffen sein, wenn man ihn mit Thon vermischen könnte. Dadurch würde man nämlich verhindern, daß das Regenwasser dem Boden die aufgelös'ten Stoffe und namentlich die unorganischen Bestandtheile so schnell entführt.

Richten wir zum Schluß unser Augenmerk auf die Functionen der unorganischen Bestandtheile in den Pflanzen. Hier fällt uns zunächst die Fähigkeit der Basen in's Auge, sich mit vielen organischen Verbindungen in bestimmten Verhältnissen zu verbinden, sie zu neutralisiren. Gleichwie der Faserstoff und das Eiweiß des Blutes des kohlensauren Natrons zur Auflösung bedürfen, und sich chemisch damit verbinden, wie ferner in der Galle Natron als nie fehlender Bestandtheil vorkommt und in den Knochen der phosphorsaure Kalk in chemischer Verbindung enthalten zu sein scheint, so treten gewiß auch manche Pflanzenstoffe nicht als chemisch reine organische Verbindungen in dem Pflanzenorganismus auf, sondern verdanken vielleicht ihren eigenthümlichen Charakter den unorganischen Körpern, womit sie vereinigt sind. Ich verweise in dieser Beziehung auf das S. 402 ff. Gesagte, und glaube den Basen eine viel allgemeinere Bedeutung zuschreiben zu müssen,

als daß sie eben nur die freien Pflanzensäuren neutralisiren. Gerade durch die unorganischen Bestandtheile scheinen mir in den organischen Verbindungen die Modificationen und Verschiedenheiten zu Wege gebracht zu werden, welche wir im Pflanzenreiche, in den verschiedenen Pflanzen sowohl, wie auch in den einzelnen Theilen derselben Pflanze in so bewundernswürdigem Maaße erblicken.

Ueber die Functionen der Salze und Basen insbesondere läßt sich bei dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse in diesem Theile der Wissenschaft nur wenig sagen, und ich beschränke mich daher auf einige Andeutungen hinsichtlich derjenigen Pflanzenstoffe, welche den Thieren als Nahrungsmittel dienen.

Der Schwefel und Phosphor, welche in Verbindung mit Protein vorkommen und dieser Substanz im thierischen Organismus einen so verschiedenartigen Charakter ertheilen (S. 316), finden sich, wiewohl in anderen Verhältnissen, auch im Pflanzenreiche. Von ihrer Entstehungsweise läßt sich durch einige allgemeine Betrachtungen eine Vorstellung gewinnen. In dem Pflanzenreiche ist nämlich, wie wir wissen, ein Streben nach Desoxydation vorherrschend. Wenn unter dem Einflusse gewisser Stoffe die Kohlensäure einen Theil ihres Sauerstoffes verliert und der Rest sich mit den Elementen des Wassers verbindet — ein Proceß, an dessen Vorgange in den Pflanzen nicht zu zweifeln ist, — so können, ja es müssen gleichzeitig unter denselben Einflüssen viele andere Verbindungen Sauerstoff abgeben.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß der Schwefel und Phosphor von schwefelsauren und phosphorsauren Verbindungen herrühren; zur Bildung organischer schwefel- und phosphorhaltiger Verbindungen ist daher die Gegenwart der schwefelsauren und phosphorsauren Salze in der Ackerkrume eine unerläßliche Bedingung, was die Erfahrung schon längst gelehrt hat.

Ich habe schon einige Male darauf hingedeutet, wie unwahrscheinlich es sei, daß die schwefel- und phosphorhaltigen Pflanzenproteinverbindungen unverändert in den thierischen Organismus übergehen. In den Pflanzen, wo außerdem noch andere schwefelhaltige Verbindungen, wie Senföl u. a., vorkommen, kann ihnen der Schwefel und Phosphor entzogen, in dem thierischen Organismus wieder hinzugefügt werden. Das Taurin mag nur hier als Beispiel dienen, ein Körper, worin nach Analysen von Redtenbacher 26% Schwefel enthalten sind und der ohne Widerspruch erst im thierischen Körper erzeugt wird. Ferner enthalten die Haare, Nägel und Oberhaut eine weit größere Menge Schwefel, als in den Proteinverbindungen vorkommt.

In beiden organischen Reichen scheint also die Zersetzung schwefelsaurer Salze vor sich gehen zu können, und die Bildung der Gehirnfette setzt auch die Zerlegung phosphorsaurer Verbindungen im thierischen Organismus außer Zweifel.

Insofern als alle Nahrungsstoffe der Thiere ursprünglich von dem Pflanzenreiche abstammen, ist die Gegenwart der schwefelsauren und phosphorsauren Salze in der Ackerkrume eine wesentliche Bedingung für das Bestehen der ganzen organischen Schöpfung. Der Thierkörper ist namentlich durch seinen Reichthum an Phosphor ausgezeichnet. Außer in den Knochen finden wir phosphorsauren Kalk in Verbindung mit Fibrin und dem Albumin des Blutserums und in großer Menge in dem Harne und der Milch. Die Pflanzen müssen also jenes Bedürfniß des Thierkörpers befriedigen, in der Nahrung der milchgebenden Kuh muß sich eine entsprechende Menge phosphorsaurer Kalk vorfinden.

Sehr reich an phosphorsauren Verbindungen sind bekanntlich die Cerealien. Der Boden, worauf jene gedeihen sollen, muß daher entweder an und für sich phosphorsaure Salze enthalten oder letztere müssen ihm als Dünger einverleibt und in dem Maaße stets erneuert werden, als der Acker durch

wiederholte Ernten daran ärmer geworden ist. Dies erklärt die Nützlichkeit der Knochendüngung für die Cultur der Erbsen, Bohnen, der Cerealien, Kohlarten, Rüben und anderer Gewächse, welche reich an eiweißartigen Stoffen sind und damit phosphorsauren Kalk, den steten Begleiter derselben, in entsprechender Menge enthalten.

Es unterliegt keinem Zweifel, auf welche Weise unorganische Salze, wie der phosphorsaure Kalk, von den Wurzeln der Pflanzen aufgenommen werden. Ein Salz muß völlig aufgelös't sein, bevor es in die Pflanze eintreten kann, und wir haben bereits im fünften Abschnitte gesehen, daß der Boden freie Säuren, wie Essigsäure, Ameisensäure u. s. w. enthält, wodurch selbst basisch phosphorsaurer Kalk aufgelös't wird. Auf gleiche Weise gelangt der kohlensaure Kalk, nämlich in Kohlensäure gelös't, in die Wurzelzellen, und so können noch viele andere unauflösliche Bestandtheile des Bodens in vollkommen löslichen Zustand versetzt worden, da dieser nicht von reinem Wasser, sondern von Flüssigkeiten sehr complexer Natur durchdrungen ist.

Unter den Basen, welche die den Menschen und Thieren zur Nahrung dienenden Pflanzen enthalten müssen, darf das Eisenoxyd nicht fehlen; denn es macht einen Bestandtheil des Farbestoffes im Blute aus. Dazu ist freilich nur sehr wenig Eisenoxyd nöthig, und die Pflanzen enthalten davon gewöhnlich auch nur eine geringe Menge, aber immerhin muß es ein Bestandtheil des Bodens sein. Der Gehalt der Pflanzen an Eisenoxyd ist von dem Boden abhängig, welcher sie trägt, und bei Pflanzen derselben Gattung sehr abweichend, je nachdem der Boden mehr oder weniger davon enthält. So läßt sich z. B. sehr gut aus der Asche des Thee's bestimmen, ob er in China oder Java gewachsen ist. Der eisenreiche Boden Java's liefert der Pflanze viel mehr Eisenoxyd als der Kalkboden China's; die Asche des javanischen Thee's ist daher roth, während die des chinesischen Thee's eine blaßrothe Farbe besitzt.

Die Wasserpflanzen zeigen hinsichtlich der unorganischen Stoffe, deren sie zu ihrer Existenz bedürfen, große Uebereinstimmung mit den auf dem Festlande lebenden Gewächsen. Sie sind ebenso abhängig von der Beschaffenheit des Wassers, als jene von der Natur des Bodens; und wie gewisse Landpflanzen nur auf einem solchen Grunde gedeihen, wo sie die ihr eigenthümliche unorganische Nahrung vorfinden, so können z. B. auch unsere Küstengewächse, welche Natron und Jod enthalten, nicht in Gräben und Sümpfen vegetiren, weil sich das Natron nicht ganz durch Kali, das Jod nicht durch Chlor ersetzen läßt. S. 148 machte ich schon darauf aufmerksam, daß aus eben diesen Gründen die Flora unseres Landes sehr viel Aehnlichkeit mit der der Rheingegenden besitzt.

Es ist vielfach die Frage aufgeworfen, ob die Pflanzen die unorganischen Stoffe, welche darin vorkommen, dem Boden entnehmen, der von jenen Stoffen oft nur wenig, zuweilen gar nichts zu enthalten scheint. Diese Frage haben Wiegmann und Polstorff *) durch sorgfältige Versuche beantwortet. Der Samen von Lepidium sativum in einem mit fein geschnittenen Platindraht gefüllten Platintiegel gesäet, mit reinem destillirten Wasser befeuchtet und sorgfältig gegen Staub geschützt, gab Pflänzchen, deren Asche gerade so viel betrug, als der Same enthielt. Bei völligen Abschluß aller Quellen, woraus unorganische Stoffe von außen zufließen konnten, nahm also die Menge derselben nicht zu.

Ein anderes Resultat wurde erhalten, als sie den Samen in Quarzsand säeten, welcher zuvor mit Königswasser ausgezogen war. Der Aschengeschalt der übrigens unter den nämlichen Umständen gezogenen Pflänzchen war doppelt so groß. Bei der Untersuchung des Quarzsandes zeigte sich indessen, daß er ungeachtet der Behandlung mit Königswasser von Kali, Kalk, Magnesia, Thonerde und Eisenoxyd noch 3,1% enthielt.

*) Ueber die unorganischen Bestandtheile der Pflanzen. Eine in Göttingen im Jahre 1842 gekrönte Preisschrift.

Jener Quarzsand einen Monat lang mit kohlensäurehaltigem Wasser behandelt, gab davon Kieselerde, Kali, Kalk und Magnesia ab. Dieser Versuch beweis't, daß der trockene Sandboden, woraus das Wasser unmittelbar keinen löslichen Bestandtheil aufnimmmt, doch durch den Verwitterungsproceß (S. 139), besonders unter dem Einfluß von Kohlensäurewasser, auflösliche Verbindungen liefert. Die allmälige Zersetzung der sogenannten unauflöslichen Silicate und ihr Einfluß auf die Vegetation ist durch jene Versuche vollkommen erwiesen.

Sie säeten darauf den Samen derselben Pflanzen, welche zu jenen Versuchen gewählt waren: nämlich von Vicia sativa, Hordeum vulgare, Avena sativa, Polygonum fagopyrum, Nicotiana tabacum, Trifolium pratense, in einen künstlich präparirten Boden von folgender Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Sand | 861,26 |
| Schwefelsaures Kali | 0,34 |
| Chlornatrium | 0,13 |
| Schwefelsaurer Kalk (wasserfrei) | 1,25 |
| Geschlämmte Kreide | 10,00 |
| Kohlensaure Magnesia | 5,00 |
| Manganoxyd | 2,50 |
| Eisenoxyd | 10,00 |
| Thonerde (aus Alaun gefällt) | 15,00 |
| Phosphorsauren Kalk | 15,60 |
| Huminsaures Kali | 3,41 |
| » Natron | 2,22 |
| » Ammoniak | 10,29 |
| » Kalk | 3,07 |
| » Magnesia | 1,97 |
| » Thonerde | 4,64 |
| » Eisenoxyd | 3,32 |
| Unlösliches Humin | 50,00 |
| | 1000,00 |

Dieselben Pflanzen, welche im Quersande schlecht gediehen und keine Früchte trugen, entwickelten sich auf diesem, mit destillirtem Wasser benetzten und gegen Staub geschützten Gemenge sehr gut, trugen Früchte und gaben im Ganzen vier- bis fünfmal mehr Asche, als der Samen ursprünglich enthielt.

Die Schlußfolgerungen, welche sich aus obigen Versuchen ableiten lassen, erleiden eine Beschränkung, weil in dem Quarzsande außer den in Wasser leicht löslichen unorganischen Stoffen auch alle organische Substanzen fehlten. Jene Versuche beweisen übrigens, daß die unorganischen Verbindungen, wenn sie sich in den Pflanzen in größerer Menge angehäuft finden, als der Samen ursprünglich enthielt, von außen zugfeührt werden, und ferner, daß mit dem Wachsthum der Pflanze der Gehalt an unorganischen Bestandtheilen zunimmt.

Ueber die Functionen der unorganischen Nahrungsstoffe der Pflanzen vergleiche man den siebenten Abschnitt S. 365.

## Organische Pflanzennahrung.

Wenn man beobachtet, wie ein organisches Wesen sich an ein anderes anschließt, um Nahrung aus jenem zu beziehen, so macht dieses den Totaleindruck, daß eines das andere erhält.

Die parasitischen Thiere, welche auf der Haut von anderen Thieren leben, diejenigen Thiere, welche ihre Eier unter die Haut anderer legen, woselbst die Eier ausgebrütet werden, endlich die Entozoen und viele andere Beispiele, liefert das Thierreich für den materiellen Verband, welcher zwischen einzelnen Individuen stattfindet. Die parasitischen Pflanzen sind noch zahlreicher. Die Baumstämme sind mit Mosen und Flechten gleichsam besäet. Es ist allerdings wahr, daß sehr viele nicht eigentliche Parasiten sind, und sich bloß an ein organisches Wesen anheften, welches ihnen als Unterlage dient; dagegen

haben aber auch viele keinen anderen Nahrungsquell, als dasjenige organische Wesen, worauf sie befestigt sind.

Auf Goldfischen entwickeln sich Conferven und andere Algen *); der Wassersalamander und die Frösche werden oft mit Conferven bedeckt **); in den Lungen von Vögeln entwickeln sich Conferven und einfache Pilze ***); es finden sich auf der menschlichen Haut einfache Pilzentwickelungen †); und sogar auf den Schleimhäuten findet man sie nicht selten; in Kartoffeln, in Pflanzenzellen hat man Pilze gefunden ††).

Alle diese Beispiele lehren uns, daß diese Pflanzen wirklich organische Nahrung aus den Nahrungsstoffen zu sich nehmen.

Es bedarf in der Natur eines allgemeinen Nahrungsstoffes, eines Stoffes, aus welchem die Pflanzen das schöpfen können, was sie nöthig haben, und durch welchen ihnen das wiederum kann mitgetheilt werden, was sie verloren haben. Dieser Stoff ist für die meisten der gegenwärtig lebenden Pflanzen die Dammerde. Für viele andere dagegen sind es auch andere Gegenstände, welche die Nahrungsstoffe darbieten. Die früher aufgezählten Pflanzen ernähren sich durch eigenthümliche Stoffe, welche sie aus den Organen ziehen, auf welchen sie sich parasitisch erzeugt haben. Die Schimmel, welche auf verschiedenen organischen Stoffen entstanden, und nach der Art jener Stoffe verschieden sind, sind constante, und ihre eigene Beständigkeit ist durch diejenige der Nahrungsstoffe, wodurch sie unterhalten werden, bedingt. Auf feuchtem mit gerbsaurem Eisen und Gummi

*) Goodsir in Annals of Nat. Hist. Tom. IX. p. 333. Unger in Linnaea Tom. XVI. p. 120.

**) Hanover in Müller's Archiv. 1839. S. 338. Stilling das. 1841. S. 279. Hanover das. 1842. S. 73.

***) J. Müller, Archiv. 1842. S. 198. Deslongchamps in den Comptes rendus. T. I. 1841. pag. 1110. Auch verschiedene Beobachtungen in d. Comptes rendus, 1841. pag. 1110. Philosoph. Mag. 1833, Bd. 7. S. 74.

†) Hanover in Müller's Archiv. 1842. S. 281. Schönlein das. 1839. S. 82. Gruby das. S. 22. Bennet, Transact. of the royal Society of Edinburg. Tom. XV. pag. 2. Annals of Nat. Hist. Tom. VI. pag. 125.

††) Martius, die Kartoffelepidemie 1842. Nägeli in der Linnaea, Tom. XVI. p. 288.

bestrichenen Leder, auf Dinte u. s. w., auf welchen ebenfalls Parasiten vorkommen, erzeugen sich stets dieselben Species.

Das stete Erscheinen einer und derselben Art eines Pilzes auf demselben organischen Gegenstande, lehrt uns nicht allein eine Entwickelung dieser Pflanzen aus den organischen Molecülen der Stoffe, auf welchen sie erscheinen, kennen, sondern auch zugleich eine Ernährung derselben durch diese Stoffe. Feuchtes Leder z. B. verfault, während es sich mit Schimmel bedeckt, nicht; es ist die Gerbsäure im Leder, welche, indem sie sich zersetzt, zur Entstehung des Schimmels Veranlassung giebt. Einmal entstanden, ernähren sich diese Pflanzen dann üppig mit den Elementen des Leders, mit der Gerbsäure und dem Leim, und erschöpfen dieses erst nach Jahren.

Der Merulius destructor ist in dieser Hinsicht höchst merkwürdig. Durch diese Pflanze hat man in England Verluste von Millionen erlitten. Wenn sich dieselbe nämlich einmal auf Holz erzeugt hat, so pflanzt sie sich ungemein schnell fort und dringt mit den Fäden ihres Myceliums tief in das feste Holz ein, erschöpft es und treibt es auseinander. Man hat diese Verwüstung in England trockene Fäulniß (dry rot) genannt und ihre Natur lange verkannt. Die Bemühungen Kyan's haben hierüber das erste Licht verbreitet. Eine Auflösung von Sublimat, worin man das Zimmerholz getränkt hat, und welche nur einige Millimeter tief eindringt, verhütet die Ausbreitung dieser gefährlichen Holzseuche recht gut, und man kann sie dadurch unter den allerungünstigen Umständen verhindern. Stücke von solchem, mit Sublimat zubereitetem Holze, welche zwischen sehr durch dry rot angegriffenen Stücken in Kellern dicht aufeinander gelagert waren, wo gewöhnliches Holz nicht ohne Zerstörung aufbewahrt werden konnte, widerstanden viele Monate hindurch dieser Seuche. Die Oberfläche dieses Holzes war mit einem Stoffe versehen, durch welchen der Ausbreitung der Pflanze und somit dem Uebel gesteuert wurde.

Die Mycelium-Fäden dieser Pflanze dringen tief in das Holz, und die Pflanze entwickelt und ernährt sich mit denjenigen Stoffen dieses Holzes, welche in dem am wenigsten trockenen Zustande sind. Sie bedürfen, sowie alle Pflanzen, Protein-Verbindungen und ziehen solche aus dem im Holze vorhandenen Eiweißstoffe, aus der Cellulose und anderen Stoffen, welche mithin ihre organische Selbstständigkeit, nachdem sie ihre Form verloren haben, unmittelbar in einer neuen wieder annehmen. So wird dann, indem die eine Pflanze sich auflös't, unmittelbar eine zweite aus den Bestandtheilen der ersteren gebildet. Die Cellulose und das Protein werden nicht in Kohlensäure und Ammoniak verwandelt, sondern gehen direct in eine neue Organisation über; die Cellulose nach vorhergegangener Umsetzung in Dextrin, also einen indifferenten halblöslichen Körper, vegetirt in dieser Gestalt, welche nothwendig ist, wenn ihre Molecüle das Holz verlassen und mit Eiweiß eine neue Reihe von Zellen, die des Merulius destructor, bilden sollen *).

Die Wirkung des Sublimats, welchen man gegen diese trockene Fäulniß anwendet, lehrt hier auf das Deutlichste, daß man hierbei nicht einer eigentlichen Fäulniß oder Vermoderung zuvorkommt, sondern daß man nur die Verbreitung einer Pflanze auf der Oberfläche des Holzes verhindert; es ist die neue Pflanze, welche das Holz verzehrt, nicht das verfaulende Holz, was die Pflanze entstehen und vegetiren läßt. Es ist dieses der deutlichste Beweis, und man hat in dem Entstehen des Merulius destructor, seiner Ausbreitung und Verwüstung des Holzes schon ein Beispiel der Ernährung einer Pflanze aus anderen Stoffen als Kohlensäure und Ammoniak, ja sogar ein Beispiel von directer Entstehung einer Pflanze aus organischen Stoffen, gewiß ein schönes Beispiel der Umsetzung der Cellulose und des Proteins von dem einen Individuum in's andere.

Ich lege auf dieses Beispiel sehr viel Gewicht, und will

*) Durch die Güte Faraday's hatte ich eine vorzügliche Gelegenheit, diese Pflanze kennen zu lernen.

daher noch einige andere mittheilen, welche in demselben Sinne aufgefaßt werden müssen.

Ueber parasitische Pflanzen hat Unger *) wichtige Bemerkungen mitgetheilt. Der einfachste Fall ist der, wo das Gefäßsystem des Parasiten mit dem der Mutterpflanze anastomosirt; diese Art und Weise der Ernährung eines Parasiten kann auf keine andere Weise erklärt werden, als durch unmittelbare Ernährung desselben durch den schon bereiteten Pflanzensaft. Außerdem beschreibt Unger noch andere Formen, bei welchen dieselbe Art der Ernährung keinem Zweifel unterworfen ist.

Für unseren gegenwärtigen Zweck sind vor Allem diejenigen Parasiten zu beachten, bei welchen ein Theil der Gefäße in die der Mutterpflanze münden (Sarcophyte, Ombrophytum); die, welche einen Wurzelstock bilden, dessen Fasern sich an die Mutterpflanze (Langsdorfia) anheften; die, welche keinen Wurzelstock haben, aber durch einige wenige Wurzeln mit der Mutterpflanze verbunden sind (Lathraea squamaria); die endlich, deren lange Wurzeln sich über oder unter dem Bast der Mutterpflanze ausbreiten, um ebenfalls Nahrung aus derselben zu ziehen (Viscum, Misodendron und die meisten Loranthaceen), also organische, durch die Pflanze bereitete Nahrung und keinenfalls Kohlensäure und Ammoniak.

Diese Pflanzen verdienen darum sehr die Aufmerksamkeit, weil sie, als Dicotyledonen und ohne Zweifel durch organische Stoffe ernährt, einen Beweis an die Hand geben, daß im Boden befestigte Pflanzen von organischer Nahrung, wenn sie in dem Boden vorhanden ist, aufzunehmen keinenfalls verhindert sind.

Nach Schwabe **) ernährt sich der Boletus destructor auf ähnliche Weise wie der Merulius vastator, nämlich dadurch, daß er seine Nahrung aus dem Holze zieht und dieses somit vernichtet. Er meint, daß Merulius vastator Feuchtigkeit aus

*) Wiener Archiv für Naturgeschichte.

**) Linnaea 1840, pag. 194.

der Luft anzieht und daß dieses dadurch verfault. Diese Meinung von Schwabe ist deshalb unzulässig, weil das Holz ohne Schwämme durch Befeuchten von Wasser nicht so schnell zerstört wird, als durch diese; keinenfalls kann deshalb das Anziehen von Feuchtigkeit die Ursache der Vernichtung des Holzes sein, und man muß dieselbe vielmehr in den durch die Schwämme ausgezogenen Stoffverlust suchen.

Die Beispiele der Ernährung einiger Pflanzen von wirklich organisch selbstständigen Stoffen, die keine Humusvermoderung eingingen, — Pflanzen, welche weit davon entfernt sind, von Kohlensäure und Ammoniak zu leben — können noch durch viele andere vermehrt werden *); die angeführten mögen genügend sein, um den Beweis zu liefern, daß einige Pflanzen im Umfange wirklich zunehmen, indem sie bereits organisirte Stoffe isomorphisch und rückwärts umgesetzt zu sich nehmen, um sie nochmals und auf's Neue in Zellenreihen zu ordnen. So wahr diese Thatsachen sind, so wahr ist es auch, daß es wahre atmosphärische Pflanzen giebt, die entweder gar keine Stütze haben, oder eine solche, woraus sie weder organische noch humusartige Nahrung ziehen können; vor allen die auf Felsen lebenden Flechten, Orchideen u. s. w. (s. §. 114).

Wie kann man sich nun wundern, daß es eine dritte Reihe von Pflanzen giebt, die sowohl Kohlensäure und Ammoniak aufnehmen als organische Stoffe, humusartige Körper, welche in einem Zwischenstadium sich befinden, einerseits von organisirten, anderseits von den Bestandtheilen der Atmosphäre begrenzt. Die größte Anzahl der jetzt lebenden Pflanzen gehört zu dieser dritten Reihe, und ihre Anwesenheit ist von der Humuslage abhängig, welche während der Periode der Erdumwandlungen, unter welchen wir Menschen jetzt leben, in einer gewissen Höhe bedeckt. Bevor diese Schicht bestand, waren die gegenwärtig lebenden

*) Man sehe über die Essigmutter, welche aus Essigsäure und dem Protein, welches in dem Essig vorhanden ist, entsteht. Scheikund. Onderz. Deel I. p. 539.

Pflanzen auch nicht vorhanden, und verschwindet einmal dieselbe durch Veränderung der Atmosphäre oder andere Einflüsse, so wird damit zugleich auch der größte Theil der gegenwärtig lebenden Pflanzen untergehen.

In dieser Hinsicht scheint denn auch die gerade jetzt so einseitig behandelte Frage: »ob denn die Pflanzen alle, neben Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und anorganischen Salzen, auch organische Nahrung aus dem Boden ziehen,« sich von selbst zu beantworten. Es giebt Pflanzen, die keine organische Nahrung aufnehmen. Es giebt Pflanzen, welche ganz und gar davon leben, und endlich solche, die beider bedürfen. Zu dieser letzten Klasse gehören die meisten der gegenwärtig lebenden Pflanzen, namentlich diejenigen, welche in der Dammerde vegetiren.

Ich brauche nicht darüber zu reden, was Einige, namentlich Liebig, bewogen hat, das Aufnehmen von organischer Nahrung durch die Pflanzen ein für allemal zu verwerfen. Es giebt zunächst viele Bestandtheile des Bodens, welche sich in einem Zustande fortwährender Zersetzung befinden und diese scheinen in Folge dessen für die Pflanzen nothwendig zu sein. Zweitens nehmen wirklich die Pflanzen Kohlensäure, Wasser und Ammoniak auf, verändern diese Stoffe in ihre Bestandtheile, und es scheint sonach wohl, als ob sie ausschließlich davon leben könnten. Drittens sind die erzeugten Bestandtheile des Bodens meistens sämmtlich in so geringer Menge darin enthalten, daß es scheint, als machten sie keine wesentlichen Bestandtheile darin aus. Allen diesen Scheingründen stehen andere gegenüber, während keiner der angeführten noch anzuführenden einen Beweis liefert. Zuerst sehen wir keine der jetzt in's Auge gefaßten Pflanzen gut in einem von organischen Stoffen völlig freien Boden fortkommen. Ihre Menge thut nichts zur Sache, eben weil die Pflanzen davon nicht ausschließlich leben können. Die Menge Kochsalz, welche ein Thier bedarf, um existiren zu können, ist ebenfalls eine sehr geringe,

und wenn auch keinenfalls ein Thier allein von Kochsalz sein Leben unterhalten kann, so ist dasselbe dennoch für die Thiere unentbehrlich; ebenso scheinen mir die organischen Bestandtheile des Bodens ein für allemal den Pflanzen unentbehrlich zu sein. Die Erfahrung hat das gelehrt, und man kann nicht dagegen streiten. Es ist keine Frage, daß die Pflanzen durch Condensation von Stoffen aus der Atmosphäre die Menge der organischen Stoffe in den Boden anhäufen und gleichwohl nicht ohne organische Stoffe leben können. Dieses sieht man aus den Resultaten der wirkenden Natur.

Gerade gegenüber steht, daß ein trockener Sandboden einige Jahrhunderte bedarf, um einige wenige Haidepflanzen zu erzeugen, die kümmerlich darin fortleben, und daß er durch das Unterpflügen derselben, das heißt dadurch, daß man dem Boden organische Stoffe mittheilt, geschickt gemacht wird, um mit Erfolg Tannen darauf zu ziehen, und daß diese Bäume, indem sie fortwachsen und den Boden mit ihren Blättern bedecken, denselben dadurch für Buchweizen und Roggenbau vorbereiten, und daß man so allmälig unsere dürren Flötzstrecken erst nach vielen Jahren dadurch, daß man organische Stoffe in ihnen anhäuft und deren Menge jährlich vermehrt, in fruchtbares Land verwandelt.

Die Haidepflanzen bedürfen daher wenig organische Stoffe, die Tannen bedürfen mehr und Buchweizen und Roggen noch mehr, um üppig fortzuwachsen. Die Sache scheint mir einfach die zu sein, die Pflanzen beziehen ihre Nahrung sowohl aus der Atmosphäre als aus dem Boden; die Atmosphäre muß die Structurstoffe (bouwstoffe) für einige liefern, und für andere die Materien herbeiführen, die deshalb zwar noch keine Structurstoffe sind, der Boden muß einige Stoffe zur Pflanzennahrung geschickt machen; alle Pflanzen condensiren auch Stoffe aus der Atmosphäre, und es leben sogar manche nur von der Atmosphäre allein.

Von wie großer Bedeutung die kleine Menge organischer Nahrung für die Pflanze ist, lehren uns einige pflanzenartige

Düngerstoffe; das Unterpflügen der Wurzeln von der vorhergegangenen Ernte *), das Unterstreuen von Baumblättern, das Untermengen von Sägespänen und vor allen das Besäen der Felder mit Klee, mit Rübsamen, und das Unterpflügen derselben können dieses beweisen. Die praktische Landwirthschaft lehrt geradezu, daß organische Stoffe den Boden fruchtbar machen, mögen sie sein, welche sie wollen, nur natürlicher Weise nicht in demselben Maße; sie lehrt, daß man darum thierischen Dünger mit pflanzlichen vermischen muß, um dadurch die ganze Menge organischer Stoffe im Boden zu vergrößern. Der Ackerbau lehrt uns in Gerberlohe, Seetang, namentlich im letzteren, eine vorzügliche Pflanzennahrung kennen, deren Werth man durch die Erfahrung leicht bestätigt finden kann. Aus demselben Grunde verdient auch Holzkohle unter der organischen Pflanzennahrung genannt zu werden, weil auch sie schließlich in organische Pflanzennahrung verändert wird.

Die Bedeutung von organischer Pflanzennahrung ist viel zu groß, als daß wir sie nicht näher beleuchten müßten. In wie fern alle organischen Stoffe, so wie sie auflöslich sind, für die Pflanzen eine brauchbare Nahrung geben können, lehrt uns die Erfahrung, daß die Anzahl derselben sehr klein ist. Im 5ten Kapitel sind dieselben angegeben; sie sind, so weit wir

---

*) Boussingault hat (l'Institut 1840. pag. 205.) untersucht, wie viel an organischen Stoffen durch das Unterpflügen von den Wurzeln der vorigen Ernte dem Boden mitgetheilt wird. Namentlich ist es wichtig, die Menge von Stickstoff kennen zu lernen, welche dadurch den Pflanzen der folgenden Bestellung dargeboten werden; dasselbe gilt dann für die Humussäure u. s. w.

Auf einem Hectar, welcher mit Weizen besät gewesen war, fand er, daß 1036 Kl. Wurzeln untergepflügt werden, von Klee 1547 Kl., von Hafer 650 Kl. Auf solche Weise bekommt ein Hectar Land folgende Menge von Bestandtheilen:

| | Weizen: | Klee: | Hafer: |
|---|---|---|---|
| Kohlenstoff . . . . | 501,4 Kl. | 671,4 Kl. | 325,7 Kl. |
| Wasserstoff . . . . | 55,0 „ | 82,0 „ | 35,1 „ |
| Stickstoff . . . . | 4,2 „ | 27,9 „ | 2,6 „ |
| Sauerstoff . . . . | 402,8 „ | 570,8 „ | 753,5 „ |
| Asche . . . . . | 72,6 „ | 194,9 „ | 33,1 „ |

Daß von diesen Bestandtheilen viel an die Atmosphäre abgegeben wird und so verloren geht, braucht nicht weiter bemerkt zu werden.

wissen, die Producte der Zersetzung von den meisten organischen Körpern, wenn sie mit Luft und Wasser in Berührung sind, zumal wenn diese in porösen Körpern wie Thonboden vertheilt sind. Die organischen Körper zerfallen alle erst in Ulmin, dann in Ulminsäure, dann in Humin, dann in Huminsäure, dann in Geinsäure, endlich in Quellsatzsäure und in Quellsäure; außer dem ersten und dritten sind die übrigen alle mit Basen verbindbar und können dadurch in Wasser auflöslich werden. Es sind diese nun so weit wir wissen, keine andere organische Stoffe, welche von den Pflanzen als Nahrung aufgenommen werden. Diese aber fehlen auch in keinem Boden und demnach scheint es, daß alle ohne Unterschied durch die Wurzeln in die Pflanzen eindringen, um daselbst wichtige Dienste zu leisten. —

Durch diese organischen Säuren wird der größte Theil, vielleicht alles Ammoniak, welches die Pflanzen aus dem Boden ziehen, denselben dargeboten. Die Erfahrung hat gelehrt, daß Ammoniaksalze ohne diese organischen Säuren den Pflanzen nachtheilig sind, mit denselben vielleicht durch die Verwesung anderer Düngerarten verbunden, wie verwes'ter Schafmist, Kuh- oder Vogelmist, den Pflanzen von großem Nutzen sind *). Welches Ammoniaksalz man aber auch immerhin mit der Ackererde vermengen mag, so kann dasselbe nichts Anderes von dem Augenblicke der Vermengung an daraus abscheiden, als ulminsaures, humussaures, geinsaures, quellsalzsaures und quellsaures Ammoniak, insofern nur eine genügende Menge verwesender organischer Stoffe im Boden vorhanden war, und zu diesem Behufe bedient man sich von Al-

*) Pflanzenartige und thierische Düngerstoffe sind sehr verschieden. Vor der Zersetzung sind die thierischen den Pflanzen schädlich, die pflanzlichen niemals. Berzelius hält den Dünger und Harn vor der Verwesung für nachtheilig, nach der Verwesung dagegen für nützlich. Hlubeck, die Ernährung der Pflanzen. Prag 1841. S. 40. Nach Davy sind selbst Zucker und Milch schädlich, nicht allein weil sie concentrirte Flüssigkeiten sind, sondern weil sie einen schädlichen Reiz auf die Pflanzen ausüben.

ters her in verwesenden Düngerstoffen eines Gemenges, in welchem jene fünf genannten Ammoniaksalze den Pflanzen unmittelbar Nahrung darbieten. Der Harn der Thiere und Menschen, der Guano und ebenfalls der Harnstoff, Harnsäure und die Hippursäure oder was für einen Ammoniak enthaltenden Stoff man auch anwenden möge, alle verbinden sich als Ammoniak mit den genannten fünf Säuren des Bodens, bevor sie für die Pflanzen als Nahrungsmittel betrachtet werden können.

Die Lohe, welche eine so große Menge Humussäure enthält, das Fleisch oder das Blut der Thiere, welches so leicht darin verändert wird, Haare, Harn u. s. w. sind aus diesem Grunde so ausgezeichnete Nahrungsstoffe für die Pflanze.

Unter den Bestandtheilen der fruchtbaren Erde befindet sich noch einer, auf welchen die Aufmerksamkeit noch nicht gelenkt ist und welcher doch eine bedeutende Rolle bei der Umsetzung spielt, welche die organischen Stoffe, die in denselben vorkommen, erleiden; wenn nämlich ganz stickstofffreie Körper mit Thon oder Sandboden, kurz mit denjenigen Bestandtheilen gemengt werden, welche die fruchtbare Erde ausmachen, so bleiben sie lange unverändert; es kann hier als Beispiel dienen, wie lange Flachs, Hanf, Thaue, Holzwerk dem Einfluß von Luft und Feuchtigkeit widerstehen. Müßten die fallenden Blätter ebenso lange unverändert bleiben, so würden sie für das Pflanzenwachsthum nicht nützlich sein können, sie würden sich anhäufen und die Oberfläche des Bodens erhöhen. Dagen sehen wir sie schon im Verlauf eines Jahres verschwinden und in humusartige Stoffe verwandelt.

Es kann bei der Kenntniß, die wir von den Stoffen haben, nicht zweifelhaft sein, welche es sind, die die Fäulniß befördern, und namentlich, welche Stoffe die Humusbildung begünstigen, es sind nämlich die allmälig in einem Zustande von Umsetzung begriffenen organischen Gebilde, wenn sie der

Feuchtigkeit und einer gewissen Temperatur ausgesetzt sind, im Pflanzenreiche ist es das Pflanzeneiweiß und der Pflanzenleim.

Außerdem, daß diese Stoffe dadurch, daß sie Ammoniak liefern, nützlich sind, sind sie deshalb noch für die Dammerde vortheilhaft, daß sie die stickstofffreien Körper als Cellulose, Holzstoff u. s. w. chemisch umsetzen und deren Humusvermoderung einleiten.

Daher kommt es denn auch, daß Sägespäne oder andere wenig Stickstoff haltende Stoffe, die zuweilen als Dünger angewendet werden, bei weitem nicht so schnell in Humus übergehen und in demselben Maße zugleich weniger für das Pflanzenwachsthum nützlich sind, als wenn man denselben Proteinverbindung, als Wolle, Haare u. s. w. hinzufügt.

Während diese Stoffe sich in einer Zersetzung befinden, unterhalten sie die Wirksamkeit der Wurzelfasern, welche mit den in Veränderung begriffenen Stoffen in Berührung sind, und es pflanzt sich die chemische Wirkung der Bestandtheile der fruchtbaren Erde auf die der Wurzeln fort.

Dieser Umstand verdient um so mehr Aufmerksamkeit, als man davon ausgeht, daß das bereits gebildete Ammoniak mit demselben Vortheil den Pflanzen dargeboten werden kann, als Ammoniak im Ausscheidungszustande, was mit der Erfahrung im Widerspruche steht.

Die Frage ist nun, ob diese organischen Stoffe nur dazu dienen, um, indem sie sich in einem fortdauernden Zustande von Verwesung befinden, Kohlensäure und Ammoniak zu bilden und zugleich einen chemischen Impuls, eine Ursache von Stoffwechsel auf die Wurzeln der Pflanzen zu übertragen, und ferner, ob die organischen Bestandtheile aus dem Boden wirklich durch die Pflanze aufgenommen werden. Ueber diese Sache ist in den letzten Zeiten viel gestritten worden *),

*) Liebig, die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur. — Schleiden, Wissenschaftliche Botanik und Offenes Sendschreiben an Dr.

und, wie es mir scheint, zum Theil ein Wortstreit darüber geführt, die Wissenschaft hat nicht viel dabei gewonnen, weil nur wenig neue Thatsachen damit an's Licht gebracht wurden. Nach den Versuchen von de Saussure nehmen die Pflanzen wirklich humussaure Alkalien auf. Man betrachte hier einen seiner Versuche (Annalen der Chemie und Phys. Juni 1842. S. 872). Die Wurzel von einer Gartenbohne wurde in ein Gefäß von 22 Mm. Weite, 150 Mm. Höhe gebracht, welches eine Auflösung von 0,070 humussaurem Kali in Wasser enthielt, worin 18 Mgr. Humussäure enthalten sind. Die Pflanze war nach 14 Tagen von 11 Grm. auf 17 Grm. an Gewicht gestiegen, sie hatte 135 Grm. Feuchtigkeit aufgenommen, das verdunstende Wasser wurde täglich durch destillirtes Wasser ersetzt. Die Flüssigkeit war hell geblieben und die Pflanze nach unten hin fortgesetzt, die Wurzel war weiß, die Flüssigkeit viel weniger gefärbt; nach dem Verdampfen der Flüssigkeit war 0,020 humussaures Kali übrig, worin 9 Mgr. Humussäure, also die Hälfte des angewandten, und es war mithin die andere Hälfte verschwunden. Aus diesen und anderen Versuchen hat de Saussure den Schluß gezogen, daß Humussäure an Alkalien gebunden und somit in einen auflöslichen Zustand gebracht, wirklich vermindert wird, wenn in denselben Auflösungen Pflanzen wachsen. Allein es folgt hieraus erstens nicht, daß die Pflanzen allein dadurch genährt worden sind, die Menge organischer Bestandtheile von 9 Mgr. bei 6 Grm. Zunahme an Gewicht der wasserhaltenden Pflanze in jenem mitgetheilten Versuche von de Saussure ist sehr gering für einen Zeitraum von 14 Tagen. Die Kohlensäure und das Ammoniak der Atmosphäre, welche die Flüssigkeit absorbirten, können und müssen zum Wachsthume beigetragen

---

Liebig. 1842. — Winkelblech, Ueber Liebig's Theorie der Pflanzenernährung. — De Saussure, Ueber die Ernährung der Pflanzen, Annalen der Chemie und Pharm. Juni 1842. S. 175. — Hugo Mohl, Dr. Just. Liebig's Verhältniß zur Pflanzenphysiologie.

haben, um der Pflanze die festen Stoffe mitzutheilen, was aus dem Versuche von de Saussure, so wie er denselben aufgefaßt, nicht mit Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann, möchten es auch mehr als 9 Mgr. gewesen sein. Es folgt zweitens aus der Verminderung des aufgelösten Humus nicht, daß derselbe unverändert aufgenommen ist, derselbe kann sehr wohl zersetzt und z. B. in Kohlensäure verändert und in diesem Zustande den Wurzeln dargeboten sein. Es ist gewiß richtig, daß es untersucht werden müßte, es müßte geprüft werden, ob die Pflanzen nichts Anderes aufnehmen können, als Kohlensäure und Ammoniak. Man hat angegeben, daß kohlensaures Ammoniak in Wasser aufgelöst die Pflanze nicht ernähre, allein es liefert dieses keinen Beweis, ein wenig zu viel Ammoniak kann selbst für die Pflanze giftig sein, es ist aber gewiß für das Wachsthum der Pflanzen nöthig, daß ein Theil der angebotenen Nahrungsstoffe im Ausscheidungszustande als Kohlensäure und Ammoniak den Pflanzen dargeboten werden muß, endlich kann die Anwesenheit von organischen Stoffen im Boden für einige Pflanzen entbehrlich, für andere ganz und gar unentbehrlich sein.

Somit kann man allerdings gegen die Proben in dem Sinne, als der angeführte Versuch von de Saussure hingestellt war, Einwürfe machen, Einwürfe, welche aus dem Grunde nicht beseitigt werden können, weil man die Humussäure in den Pflanzenwurzeln nicht nachweisen kann; den oben gemeldeten Proben von de Saussure könnten wir noch andere von Wiegmann beifügen, welche das Gewicht von organischer Nahrung für Pflanzenwachsthum angeben.

Samen von Nicotiana tabacum, Lupinus luteus wurden, in Töpfe gesäet, wobei in einem künstliche, keine organische, aber alle diejenigen organischen Stoffe enthaltende Erde war, welche die Pflanzen bedurften, während in einem anderen Topfe Gartenerde sich befand. Den ersten Topf befeuchtete

er mit kohlensaurem Wasser, den zweiten mit Regenwasser, in der Gartenerde keimten die Samen schneller und entwickelten mehr Pflanzen, auch lebten sie länger.

Aehnliche Proben dieser Art mit künstlicher Erde aus unorganischen Stoffen und mit reinem destillirten Wasser einerseits und andererseits mit Humusextract von einer humusreichen Erde genommen, lieferten Wiegmann stets dieselben Resultate, für Caluna vulgaris, Mentha crispa, Polygòmum Fagopyrum, Lyphnis flos cuculi, Parnassia palustris, Cardamine pratensis.

Diese Versuche lassen ebenso als die von de Saussure noch die Frage unerledigt, ob die organische Nahrung nicht zuvor in Kohlensäure, Ammoniak und Wasser umgesetzt wurde, und ob es somit eigentlich diese sind, die den Pflanzen zur Nahrung dienen.

Als indirecte Beweise, daß die Pflanzen wirklich humussaure Salze aufnehmen und assimiliren, d. h. daß durch Humussäure, mit Kali und Ammoniak des Bodens verbunden, pflanzliche Stoffe gebildet werden, können die folgenden Gründe angeführt werden:

1) Die Pflanzen nehmen verschiedene Salzauflösungen aus dem Boden auf und assimiliren die Salze derselben, so kohlensauren Kalk, Talkerde, ferner schwefelsaure, salzsaure und kieselsaure Salze. Es ist deshalb keine Frage, warum sie nicht auch humussaure Salze aufnehmen sollten, die stets in einer fruchtbaren Erde enthalten sind.

2) Es werden selbst Auflösungen von Giften von den Pflanzen aufgenommen.

3) Es können selbst gefärbte Flüssigkeiten in die Pflanze hinaufsteigen und es können die Pflanzen auf diese Weise künstlich gefärbt werden, wenn die färbenden Stoffe nur fein genug vertheilt sind, um die Zellenwände durchdringen zu können.

4) Werden die dunkel gefärbten humussauren Salze durch

die Pflanzen aufgenommen, so wie dieses sowohl aus Versuchen, als aus den vorigen Nummern 1, 2 und 3 wahrscheinlich ist, so müssen sie durch die dunkle Farbe der humussauren Salze ebenfalls gefärbt werden und geschieht dieses nicht, so muß das humussaure Ammoniak zersetzt und seine Elemente in der Pflanze assimilirt werden; man sieht aber niemals durch humussaure Salze gefärbte Pflanzen und in den weißen Würzelchen der Pflanze findet man keine Spur davon, während viele andere Farbstoffe, worin verschiedene Pflanzen wachsen, sehr wohl darin aufgefunden werden können.

5) Die Essigmutter, eine Pflanze, über welche wir später handeln wollen und oben §. 706—710 genannte Pflanzen wurden keinenfalls durch Kohlensäure und Ammoniak genährt, sondern durch aufgelöste pflanzliche Nahrungstoffe. Ist aber von einer Pflanze die Entstehungsweise aus anderen Stoffen bewiesen, so ist sie auch für die anderen Pflanzen wahrscheinlich.

Einige von diesen Punkten verdienen noch eine nähere Betrachtung. Was den 1sten, 2ten und 3ten Punkt betrifft, so haben wir §. 677 gesehen, daß allerlei Salze von den Pflanzen aufgenommen werden, und wenn dies schon nach Trinchinetti und Anderen, nicht bei allen in demselben Maße geschieht, sowie dieses überhaupt für jede Membran gilt, so wird dennoch keines ausgeschlossen. Die folgenden Versuche von Payen *) über die Aufnahme von Gerbsäure verdienen ganz besonders unsere Aufmerksamkeit, weil sie ein organischer Stoff ist, und ist es von einem organischen Stoffe, wie von der Gerbsäure, bewiesen, so kann man auch die Aufnahme der fünf anderen organischen Säuren unmöglich leugnen. Payen, indem er bemerkt hatte, daß selbst eine sehr verdünnte Lösung von Gerbsäure den Pflanzen schädlich wurde, untersuchte nun die Spongiola genau auf Stickstoff und fand,

*) Men. sur les developpements des végetaux. p. 7.

daß sie stets eine große Menge desselben enthielten, so daß sie bei der trockenen Destillation eine ammoniakalische Flüssigkeit gaben, während die Radicellen von ihren jüngsten Ausmündungen befreit, selbst die äußersten Theile derselben, so wenig stickstoffhaltende Stoffe enthielten, daß sie bei der trockenen Destillation eine saure Flüssigkeit gaben, mithin nicht so viel Ammoniak lieferten, daß die gebildete Essigsäure dadurch gesättigt werden konnte; die saure Reaction war in dem Maße stärker, als er Theile untersuchte, welche von dem unteren oder dem jüngsten Ende der Wurzelfasern weiter entfernt waren.

Dieses in Verbindung mit der Reaction von Gerbsäure auf die jüngsten Wurzelausmündungen, welche dadurch schnell alle eine braune Farbe annahmen, lehrt uns einen Gehalt eines stickstoffhaltigen Körpers in den äußersten Wurzelenden kennen und liefert einen Beweis, daß dieser daselbst aus der dargebotenen Nahrung gebildet ist; es lehrt uns aber auch noch ferner, daß Gerbsäure, die man den Pflanzen darbietet, wirklich in die Zellen der Wurzelfasern eindringt.

Viele Rosaceen, die in ihren Blättern, Stengeln und selbst in den Wurzeln Gerbsäure enthalten, erleiden an den Wurzelfasern denselben nachtheiligen Einfluß durch eine Auflösung von Gerbsäure, worin man sie stellt, als nicht gerbsäurehaltige Pflanzen; in den äußersten Wurzelfasern von gerbstoffhaltigen Pflanzen kommt aber keine Gerbsäure vor, bei der trockenen Destillation lieferten auch sie viel Ammoniak und sie sind mithin mit einem Ueberschuß eines stickstoffhaltigen Körpers versehen.

Die den Pflanzen dargebotene organische Nahrung, welche in die Wurzelfasern wirklich eindringt, muß mithin von dem Augenblicke an, wo sie in die Pflanzen tritt, verarbeitet werden und von da aus im aufgelösten Zustande weiter fortgeführt werden.

Payen erhielt bei Untersuchung von Wasser- und Luftwurzeln dieselben Resultate *).

Diese Versuche von Payen scheinen mir ganz besonders wichtig zu sein; sie lehren, daß wirklich die den Pflanzen dargebotene Gerbsäure auf das Protein der jüngsten Zellen der Wurzelfasern eine Wirkung ausübe, wodurch sich in diesen eine schnell braun werdende Verbindung des Gerbstoffes mit dem Protein bildet. Diese Einwirkung kann nicht zu Stande kommen, wenn nicht die Gerbsäure durch die Zellenwände in die Zellenmembran der Wurzelfasern eindringt, d. h. wenn dieser organische Stoff nicht durch die Pflanzen aufgenommen wäre, ist dieses aber für organische schädliche Stoffe erwiesen, so kann dasselbe für die natürlichen Bestandtheile des Bodens gefolgert werden.

Es würde auch in der That sehr sonderbar sein, wenn organische Bestandtheile des Bodens durchaus nicht in organische Körper dringen könnten, und wenn es nur den unorganischen Körpern eigen wäre, pflanzliche Membranen (Zellenwände) zu durchdringen. Ich müßte meine Leser um Entschuldigung bitten, daß ich sie bei diesen Beweisen so lange aufhielt, wenn nicht sehr Viele, indem sie einem unbewiesenen Satze Liebig's folgen, dieser Meinung anhingen, wenn nicht viele Schriftsteller, als würden sie von einem mächtigen Strom mit fortgerissen, blindlings dieselben Aussprüche, ohne daß sie auch nur einen Augenblick über die Sache scheinen nachgedacht zu haben, mit einem Kraftaufwande wiederholten, als wollten sie durch ihre lauten Stimmen die ewigen Wahrheiten der Natur zum Schweigen bringen und sie Lügen strafen.

Wenn man nun immer dabei stehen bleibt, daß das wirk-

*) Durch salpetersaures Quecksilberoxyd wird der stickstoffhaltige Bestandtheil roth gefärbt, durch reines Wasser wird er undurchsichtig oder weiß, in Kali ist er auflöslich und nachdem er aus dem Gewebe hinweggenommen, erleidet dieser keine weitere Veränderung dadurch. Es scheint daher, daß er keinen wesentlichen Bestandtheil derselben ausmacht.

liche Eindringen von humussauren Salzen nicht bewiesen ist, so zeigt man damit, daß man sich hinter der Unmöglichkeit, von Dingen der Art einen sogenannten directen Beweis zu liefern, versteckt, insofern aber die schweflige Säure in einer Schwefelsäurefabrik zur Schwefelsäurebildung beiträgt, so tragen auch die organischen Stoffe zum Pflanzenwachsthume bei.

Daß die humussauren Salze nicht in den Pflanzen gefunden werden, so wie dieses von der Gerbsäure gezeigt ist, muß in der Schnelligkeit liegen, mit welcher diese Stoffe zersetzt werden, sobald sie in die Pflanze treten, in der Bildung von neuen Körpern also. Da nun die humussauren Salze eine allgemeine Pflanzennahrung sind, so müssen sie nothwendig in einer jeden Pflanze besondere und eigenthümliche Stoffe erzeugen, die von den humussauren Verbindungen eben so verschieden sind, als die Nahrung sich von der Materie, aus welcher sie entstand, unterscheidet. Eben deshalb, weil man keine humussaure, quellsatzsaure Verbindungen u. s. w. in den Pflanzen antrifft, darf man sie Pflanzennahrung nennen, während, wenn man sie unverändert darin anträfe, sie vielleicht nicht einmal diesen Namen verdienten.

Aus den angeführten Thatsachen zieht man nun endlich den Schluß, daß die Pflanzen zwar Kohlensäure und Ammoniak durch den Boden aufnehmen, daß aber die in Wasser und Alkalien auflösbaren organischen Salze durch die Pflanzen ebensowohl aufgenommen und in den Pflanzen umgesetzt werden können; in dieser Beziehung ist denn auch das Ammoniak geeignet, um die Fruchtbarkeit zu befördern; es wird durch sein großes Vermögen, durch Dammerde condensirt zu werden, in dem Humuslager derselben gebunden; dieses geschieht stets nur in kleinen Mengen, weil die Pflanzen das gebildete ulminsaure, geinsaure, huminsaure, quellsatzsaure und quellsaure Ammoniak, Kali u. s. w. in einem fort aufnehmen, und eben deshalb kann eine an jenen Säuren reiche Erde auch

nur wenig Ammoniaksalze in Wasser abgeben. Darum eben sind thierische Düngerarten, als Harn, Fleisch u. s. w. von so viel Werth für die Vegetation, weil sie neben $N^2 H^6$ auch $C^{40} H^{24} O^{12}$ den Pflanzen darbieten.

Es ist hier am Orte, auf einen der wichtigsten Umstände bei den Verbindungen des Ammoniaks mit den organischen Bestandtheilen des Bodens aufmerksam zu machen; es ist nämlich ausgemacht, daß in den Pflanzen manche organische Gruppen in andere umgesetzt werden; enthalten nun die Nahrungsstoffe bereits solche organische Gruppen, so ist es leichter, eine complexe Verbindung zu Stande zu bringen, als wenn sie aus Kohlensäure, Wasser und Ammoniak hergestellt werden müssen. In den äußersten Wurzelzellen finden wir Protein, und dieses wird unmittelbar aus der aus dem Boden aufgenommenen Nahrung gebildet; stellen wir das Uebernatürliche, was man hier so gern walten läßt, bei Seite, so bleibt uns als wirkende Ursache in den äußersten Wurzelzellen nichts weiter übrig, als Einfluß eines Stoffes auf den andern. Führen wir ferner eine allgemein erkannte Art und Weise der Umsetzung von Stoffen auf das Pflanzenreich ein, nämlich das Streben, Sauerstoff aus seinen Verbindungen auszuscheiden, so kann man sich von dem Entstehen dieses Proteins, welches in den äußersten Wurzelfasern sich findet, die Vorstellung machen, daß es aus Humussäure und Ammoniak gebildet werde, eine Vorstellung, die sich von der Wahrheit nicht weit entfernen kann, wenn schon ich sie nicht ohne Weiteres aus dem Grunde dafür geben kann, weil ich aus jenen Stoffen noch kein Protein habe zu Stande kommen sehen.

Aus einem Aeq. Humussäure, 4 Aeq. Wasser und 5 Aeq. Ammoniak kann nämlich 1 Aeq. Protein unter Abscheidung von 4 Aeq. Sauerstoff gebildet werden.

| | C | H | N | O |
|---|---|---|---|---|
| 1 Aeq. Humussäure . . | 40 | 24 | | 12 |
| 5 » Ammoniak . . . | | 30 | 10 | |
| 4 » Wasser . . . . | | 8 | | 4 |
| 1 » Protein . . . . | 40 | 62 | 10 | 16 |
| 4 » Sauerstoff . . . | | | | 4 |

Wenn nun eine Aufnahme von humussaurem Ammoniak in den Pflanzen und eine Umsetzung der Elemente desselben wirklich stattfindet, so verdient das Vorangestellte in Bezug auf eine analoge Umsetzung in der That Ueberlegung.

Noch leichter läßt sich die Bildung der sogenannten indifferenten Stoffe, woraus die Pflanzen bestehen, nämlich die des Zuckers, des Gummis, der Stärke und der Cellulose erklären.

Nehmen wir als Beispiel die Stärke $C^{12} H^{20} O^{10}$; soll sie aus Humussäure gebildet werden, so braucht einfacher Weise nur Wasser gebunden zu werden, da beide Stoffe den Wasserstoff und den Sauerstoff in dem Verhältniß von Wasser enthalten. Ist aber das Eintreten der fünf organischen Säuren des Bodens in die Pflanzen erwiesen, so kann man in der That mit mehr Grund das Entstehen von vielen Pflanzenstoffen auf der Spur verfolgen, als dieses außerhalb der Pflanzen von vielen organischen Pflanzen noch möglich ist.

Das inzwischen bei Umsetzungen dieser Art eine viel mehr verwickelte Veränderung der Stoffe stattfindet, kann nicht bezweifelt werden. Die Quellsäure und Quellsatzsäure mit Ammoniak und andere Basen, zu in Wasser auflöslichen Salzen verbunden, welche mithin von den Pflanzen aufgenommen werden müssen, sind ebenfalls in Rechnung zu bringen, und das Schema, welches für die Entstehung des Proteins gegeben wurde, erheischt zu dem Behufe ein ebenso großes Vermögen sich umzusetzen, als das Schema des Amygdalins bei seiner Zersetzung unter dem Einflusse von Emulsin umfaßt.

Folgendes kann außer Zweifel als festgestellt betrachtet werden, daß, indem wir unsere Aufmerksamkeit allein auf Kohlensäure und Ammoniak richten, wir gewisse Hülfsmittel der Natur, das Pflanzenreich zu erhalten, verkennen, die durch die Erfahrung als ausgemacht angesehen werden müssen.

Die besondere Art von Ulmin-, Humin- oder Geinsäure trägt ohne Zweifel viel zu dem verschiedenen Verhalten verschiedener Bodenarten bei. Der an Humus so reiche Torf ist eine schlechte Nahrung für Pflanzen und doch ist er Ulmin- und Huminsäure. Wäre er durch die Kohlensäure, die er durch Verwesen bildet, den Pflanzen nützlich, so müßte Torf eine sehr gute Pflanzennahrung sein, sei dieses an und für sich oder mit stickstoffhaltigen Körpern vermengt. Ungeachtet der Torf Ammoniak condensirt, ist er es dennoch nicht, woraus dann folgt, daß wenn auch Kohlensäure und Ammoniak jederzeit hinreichend vorhanden sind, darum noch nicht eine jede Art von Humussäure als Pflanzennahrung angesehen werden kann.

Was die unlöslich hergestellten Stoffe, welche in einer fruchtbaren Erde vorhanden sind, anbetrifft, als Humin und Ulmin, so werden diese durch eine fortwährende Zersetzung langsamer Weise in auflösliche Humin-, Ulmin und Geinsäure, Quellsatz- und Quellsäure verwandelt (5. Kapitel); wäscht man nämlich Dammerde sehr gut mit Wasser aus und läßt man sie darauf einige Zeit liegen, so enthält sie wiederum in Wasser auflösliche Stoffe und hat von Neuem Ammoniak aufgenommen.

Zu all diesen Beobachtungen muß ich endlich noch folgende fügen. Ich habe auf feuchtem humussauren Ammoniak oft sehr schnell Schimmel entstehen sehen und dieser Stoff ist unter vielen anderen geeignet, die Vegetation zu befördern; ohne darauf einzugehen, in welcher Weise es geschieht, so ist die Gegenwart desselben in dem Boden gewiß bei der Pflanzenernährung betheiligt.

Verfolgt man die chemische Zusammensetzung derjenigen Pflanzen, welche ihre Nahrung nicht haben aus dem Boden nehmen können, so vermißt man darin eine Menge stickstoffhaltender Substanzen, so z. B. bei vielen Lichenen, und es wird hierdurch die Vermuthung unterstützt, da diese doch auch Kohlensäure und Ammoniak aus der Atmosphäre haben aufnehmen können, daß der Stickstoff, wenn er auch immer den Pflanzen als Ammoniak dargebracht wird, nicht als kohlensaures Ammoniak, sondern als humus-, quell- oder quellsatzsaures Ammoniak für die Pflanzen bestimmt ist. In Bezug auf das Vermögen verschiedener Bestandtheile des Bodens, ernährungsfähig zu sein, habe ich viele Versuche angestellt *). Es ist indessen unmöglich, durch Versuche auszumitteln, ob die verarbeiteten Bestandtheile des Bodens als solche von den Pflanzen aufgenommen werden. Dieser Umstand liegt darin, daß man den Pflanzen, welche den Versuchen unterworfen sind, dieselbe Menge Nahrung reichen kann, ohne daß man vergleichbare Resultate erreicht.

In einem unbewohnten und verschlossenen Zimmer und somit vor besonderer Ausdünstung geschützten Orte setzte ich mehrere Gläser von gleicher Größe dicht neben einander; in die fünf ersten brachte ich gut ausgespülten groben Sand, in alle folgenden ein Gemenge desselben Sandes mit 1 Proc. gewöhnlicher Holzasche und außer den ersten und zweiten je fünf Gläsern fügte ich verschiedene Bestandtheile des Bodens, die untersucht werden sollten, in ein jedes Glas bis zu fünf Proc. des Gemenges. Die Stoffe wurden mit gut destillirtem Wasser befeuchtet und feucht gehalten. In einer jeden Anordnung von fünf solchen Gläsern wurden gesäet:

1) braune Bohnen;
2) weiße Bohnen;
3) grüne Erbsen;

*) Scheikundige onderzoekingen. D. II. p. 190.

4) Gerste;

5) Hafer.

Nach einem Monate, vom 16. Mai bis 16. Juni, waren die folgenden Resultate über die Entwickelung der genannten Samen aufgezeichnet:

1) Sand und Regenwasser.

Die Samen waren sehr kümmerlich aufgelaufen, die Pflanzen fast eine Hand hoch aufgeschossen; nach Verlauf eines Monates fast alle verwelkt.

2) Sand, Asche und Regenwasser.

1) Nicht aufgelaufen;

2) sehr langsam;

3) recht gut entwickelt;

4) sehr kümmerlich;

5) etwas besser, aber auch sehr kümmerlich.

3) Sand, Asche, aus Zucker dargestellte Ulminsäure und destillirtes Wasser.

1) kümmerlich;

2) recht gut;

3) sehr gut;

4) nicht aufgelaufen;

5) sehr gut.

4) Sand, Asche und quellsatzsaures Ammoniak aus Zucker und destillirtes Wasser.

Außer Nr. 5., welche auch nur sehr kümmerlich aufliefen, keimte keiner der Samen.

5) Sand und Asche, humussaures Ammoniak aus Gartenerde (ammoniakalische Humusextracte) und destillirtes Wasser.

Nichts aufgelaufen.

6) Sand, Asche, Humussäure aus Gartenerde und destillirtes Wasser.

1) Sehr schön entwickelt;

2) nicht aufgekommen;

3) unvollkommen entwickelt;
4) nicht aufgegangen;
5) recht gut entwickelt.

7) Sand, Asche, wässeriges Humusextract und destillirtes Wasser.

1, 2, 3 und 5 gar nicht, 4 unvollkommen aufgelaufen.

8) Sand, Asche und ulminsaures Ammoniak aus Zucker und destillirtes Wasser.

1, 2, 3 und 5 sehr gut, 4 unvollkommen entwickelt.

9) Sand, Asche, humussaures Ammoniak aus Torf und destillirtes Wasser.

1, 2, 3 und 5 sehr gut entwickelt, 4 nicht aufgelaufen.

10) Gewöhnliche Erde in Gefäßen von derselben Größe und destillirtes Wasser.

Resultate dem vorigen letzten Versuche vollkommen gleich.

11) Ausgeglühte Holzkohle, zu einem groben Pulver gestoßene Asche und destillirtes Wasser.

Alles aufgelaufen, aber viel weniger entwickelt, als in den drei letzten Versuchen.

Wenn wir die Resultate von diesen Versuchen mit einander vergleichen und die Stoffe, welche, sei es durch irgend welche Ursache, der Entwickelung (Versuch 4 und 5) nachtheilig waren, scheint es:

a) daß Regenwasser und die Luft des Dunstkreises keine genügende Nahrung für die Pflanzen sind; die anorganischen Stoffe fehlen;
b) daß Regenwasser, Asche und atmosphärische Luft ebenfalls ungenügend sind;
c) daß das wässerige Humusextract zu wenig organische Stoffe enthält, um den Pflanzen das, was sie bedürfen, zu reichen;
d) daß Ulminsäure aus Zucker den Pflanzen vortheilhaft ist, selbst wenn es keinen Stickstoff enthält;

e) daß Humussäure aus Gartenerde den Pflanzen recht nützlich ist;

f) daß ulminsaures Ammoniak aus Zucker oder aus dem Torf den Pflanzen eine gute Entwickelung gestatte, daß endlich

g) Holzkohle und Asche nicht so gut das Pflanzenwachsthum befördern, als Dammerde oder die unter e und f genannten Stoffe.

Allen den Gründen, welche S. 181 und oben über die nützlichen Bestandtheile des Bodens angeführt wurden, füge ich noch einen hinzu, welcher von der größten Bedeutung zu sein scheint: nämlich die Ammoniakbildung aus den Bestandtheilen der Atmosphäre, eine Verbindung der Elemente des Dunstkreises, welche außerhalb des Pflanzenwachsthums nur langsam, von demselben aber unterstützt, recht kräftig in ulminartigen oder huminartigen Körpern stattfindet. Der folgende Versuch lehrt dieses überzeugend; er wurde mit Bohnen, welche in einer ammoniakfreien Atmosphäre gekeimt hatten und aufwuchsen, und in einer ammoniakfreien Ulminsäure aus Zucker und in Holzkohle, beide mit ammoniakfreiem Wasser befeuchtet, gezogen wurden, angestellt. Der Ulminsäure und der Holzkohle war 1 Proc. Holzasche hinzugefügt, um den auslaugenden Pflanzen unorganische Stoffe darzubieten.

Die Resultate waren folgende: zu Anfang war von drei Bohnen der Stickstoff bestimmt, und ebenso von den Pflanzen, die von den anderen Bohnen entstanden waren:

| | Weiße Bohnen in Ulminsäure | Stickstoff | Braune Bohnen in Holzkohle | Stickstoff |
|---|---|---|---|---|
| Bohnen | 1,465 | 50 C. C. | 1,277 | 27 C. C. |
| Pflanzen | 4,167 | 160 C. C. | 1,772 | 54 C. C. |

Die weißen Bohnen hatten daher in stickstofffreien Stoffen und in einer ammoniakfreien Atmosphäre bei ihrer Entwickelung zur Pflanze mehr als das Dreifache des Stickstoffs bekommen, als diejenige Menge beträgt, welche in den

Bohnen ursprünglich anwesend war, und die braunen das Doppelte.

Unter den Gründen, weshalb Ingenhous und nach ihm Liebig meinte, daß die Pflanzen überhaupt keine organische Stoffe als solche aufnehmen können, ist einer, welcher einer besonderen Erwähnung verdient. Sie meinen nämlich, daß die humusartigen Bestandtheile aus dem Boden ganz und gar durch Aufnahme von Sauerstoff in Kohlensäure verändert werden und somit den Pflanzen ganz und gar keine organischen Stoffe darbieten können. Diese Angabe habe ich nirgends durch Versuche und Beobachtungen bestätigt gefunden, und es kann aus keinem Grunde gefolgert werden, daß die organischen und im Wasser auflöslichen Salze als ulmin-, humin-, gein-, quellsatz- und quellsaures Ammoniak, Kali und Natron u. s. w. nicht zugleich in Kohlensäure zersetzt, als auch im auflösbaren Zustande durch die Wurzeln aufgesogen werden könnten; das Eine schließt das Andere nicht aus.

Die Gründe, die man aus den Beobachtungen von de Saussure anführen könnte, daß eine fruchtbare Erde so viel Kohlensäure giebt, als sie Sauerstoff absorbirt, glaube ich, haben weiter keinen Werth; zuerst ist S. 180 angedeutet, daß die Versuche von de Saussure nicht richtig sind, zweitens haben die Erfahrungen sie nicht bestätigt. Es folgen hier einige, aus denen eine entgegenstehende Antwort auf die gestellte Frage sich ergiebt. Die folgenden Versuche sind mit fruchtbarer Erde, ulminsaurem Ammoniak (aus Zucker dargestellt, durch Ammoniak gesättigt, durch freiwilliges Abdampfen getrocknet) und mit quellsatzsaurem Ammoniak (aus Ulminerde, durch Salpetersäure dargestellt und mit Ammoniak gesättigt) angestellt.

Ackererde, welche eine große Menge an organischen Stoffen enthielt, die indessen schon ganz und gar in Humusverwesung übergegangen war, wurde ebenfalls, wie die anderen

beiden Stoffe mit etwas Wasser befeuchtet und die beiden letzten mit dem achten Theile ihres Gewichtes Quarzsand gemengt. Ein jedes Gemenge wurde in einer umgekehrten tubulirten Glocke auf eine Schale gestellt und die Glocke mit einer Glasplatte luftdicht verschlossen; in den Hals der Glocke wurde ein Glasrohr luftdicht befestigt und das untere Ende desselben in Quecksilber getaucht und somit luftdicht verschlossen. Das Ganze wurde im Monat August bei 17° C. und 747,7 Mm. sich selbst überlassen.

Nach 14 Tagen sah man bei dieser Vorrichtung bereits ein Aufsteigen des Quecksilbers in dem Rohre, welches nicht hätte stattfinden können, wenn nicht mehr Sauerstoff aufgenommen, als Kohlensäure gebildet wäre. Dieses Aufsteigen des Quecksilbers nahm in Einem fort zu und war in 3 Monaten schon zur Höhe von 1 Dm. gestiegen — in der Ackererde, in den anderen etwas weniger. — Durch einen Zufall konnten die Versuche nicht weiter fortgesetzt werden, aber die mit der Ackererde lieferten im Monat Juli des folgenden Jahres, mithin in einem Zeitraume von 11 Monaten, worunter drei strenge Wintermonate waren, ein Aufsteigen des Quecksilbers zu einer Höhe von 166 Mm. bei 16° und 754 Mm.; als Aetzkali in das Rohr gebracht wurde, verminderte sich das Volum der Luft um eine Höhe von 20 Mm. Ich lege auf diesen Versuch viel Gewicht. Denn zuerst ist damit die S. 180 bereits bezweifelte Ansicht von de Saussure, daß Dammerde Sauerstoff aufnimmt und ebenso viel Kohlensäure dafür abgiebt, als unrichtig widerlegt, und ergiebt sich hieraus im Gegentheil, daß fortwährend Sauerstoff durch dieselbe aufgenommen wird.

Die Menge Sauerstoff, die durch eine sehr kleine Menge Dammerde (ich schätze die organischen Stoffe in dieser verbrauchten Menge auf 3 bis 4 Grm. und das Volumen der Glocke auf 3 Liter) aufgenommen wurde, ist in der That auffallend groß, 166 aber verhält sich zu 745 = 1 : 4,5,

so daß, wenn gar kein Stickstoff aufgenommen wäre, fast aller Sauerstoff condensirt und dafür nur wenig Kohlensäure an die Stelle getreten sein kann.

Ich komme auf diese Versuche, die ich hier anführe, später wieder zurück, sie sollten hier nur dazu dienen, um die Condensation des Stickstoffs in der Ackererde fester zu stellen.

## Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, welche von den Wurzeln oder Blättern den Pflanzen zugeführt werden, als Pflanzennahrung betrachtet.

Nach dem Vorhergegangenen kann man es als erwiesen ansehen, daß die in fruchtbarem Boden wachsenden Pflanzen unorganische und organische Salze aus demselben ziehen, und daß es nicht richtig ist, wenn Thomson (Ann. d. Chem. u. Pharm. Mai 1845. S. 234) schreibt: »Liebig hat, wie bekannt, das Irrige der Meinung, daß der Humus bei dem Ernährungsprocesse der Pflanzen von Einfluß sei, nachgewiesen, und diesen Punkt durch eine reductio ad absurdum erledigt.« Es bleibt uns nun noch übrig, drei andere, für das Pflanzenwachsthum wichtige Körper, nämlich Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, näher zu betrachten.

Was das letzte anbetrifft, so ist dieses im fünften Capitel zur Genüge behandelt. Es ist aber noch ein Gesichtspunkt, unter welchem man das Wasser in Beziehung zum Pflanzenwachsthum betrachten muß. Es handelt sich nicht darum, ob es bloß Stoffe auflös't und den Pflanzen als Nahrung zuführt, nicht ob es die Grundlage des Stoffwechsels in den Pflanzen ausmacht, indem es verschiedene Verbindungen mit neugebildeten Stoffen eingeht und andere abscheidet, sondern ob es unter dem Einflusse der Vegetation nicht zersetzt wird.

So wie die Frage hier gestellt ist, und so wird sie in der gegenwärtigen Wissenschaft vorgetragen, ist sie keiner Beant-

wortung fähig. Daß die Elemente des Wassers Verbindungen mit organisch selbstständigen Materien in den Pflanzen eingehen, und daß sie in Folge dessen aufhören, als Wasser zu fungiren, daß ferner diese neuen Körper fähig sind, Sauerstoff abzugeben, während der Wasserstoff, der ursprünglich vom Wasser herrührte, in den Pflanzen zurückbleibt, daran ist nicht zu zweifeln. Die ganze Classe der ätherischen Oele, der Harze u. s. w. lehrt uns, daß dieses der Fall sein muß, sobald wir die Summe der Nahrungsstoffe weiter verfolgen, welche den Pflanzen als Nahrung zugeführt wird. Aus den Versuchen von Chevandier *), welche unten bemerkt sind, ergiebt sich, daß in zwei Wäldern, wovon er das Holz analysirt hat, 26 Klg. Wasserstoff für jedes Hectar aus dem Wasser frei wurde und sich als organisches Element zu Pflanzenbestandtheilen verbanden.

Daß die Kohlensäure wirklich auf das Wachsthum der Pflanzen von Einfluß ist, welche organische Bestandtheile aus dem Boden aufnehmen, ist durch viele Versuche und Beobachtungen außer Zweifel gestellt. Schleiden bemerkt, daß in dem Göttinger Thale, vorzugsweise in dem Bassin der Wehnder Papiermühle, die Pflanzen einige Wochen früher im Frühjahr erscheinen und länger im Herbst ausdauern, als die übrigen Pflanzen derselben Gegend; an diesem Orte nun enthalten die Quellen ein an Kohlensäure sehr reiches Wasser **).

Aber außer diesen einzelnen Wahrnehmungen, die man noch durch viele vermehren könnte, ist es ausgemacht, daß es allein die Kohlensäure der Atmosphäre ist, welche den Kohlenstoff in den Hölzern der Wälder und überhaupt da, wo der Boden wenig organische Stoffe enthält, die Kohlenstoffmenge in den Pflanzen vermehrt; ich will, um diesen Punkt in ein

*) Ann. de Chim. et de Phys. Fév. 1844. p. 152. Ferner: Beobachtungen über den Einfluß des Wassers auf das Wachsthum der Hölzer von Chevandier (Cptes rend. 15. Juill. 1844. p. 167.).

**) Meyer's Jahresbericht 1837. S. 16.

gehöriges Licht zu stellen, die Versuche mittheilen, welche Chevandier angestellt hat.

Er hat die Quantitäten Holz in Wäldern, in welchen nichts hinzugebracht wurde und die zu gewissen Zeiten gekappt wurden, angegeben und aus der Zusammensetzung des Holzes in Verbindung mit der Größe der Wälder und dem in einer gegebenen Zeit davon gezogenen Gewinne abgeleitet, daß für zwei große Wälder die Quantitäten, welche jährlich erfordert werden, für ein Hectar *) die folgenden waren:

| | Kohlenstoff. | Wasserstoff. | Stickstoff. | Sauerstoff. | Asche. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Wald | 1754 Kl. | 213 | 33 | 1507 | 48 |
| 2. » | 1854 » | 225 | 36 | 1586 | 53. |

Diese Quantitäten, welche mit denen übereinstimmen, welche Boussingault früher bestimmt hat — Chevandier fand 3650 Klg. trocknes Holz jährlich für ein Hectar — lehren unter anderen eine auffallend große Zufuhr von Kohlensäure kennen, da es doch die Atmosphäre allein ist, die den Kohlenstoff diesen Wäldern zuführen kann. Ein Prisma, dessen Basis die Größe eines Hectars beträgt und dessen Höhe die der Atmosphäre ist, müßte jährlich in Folge dieser Bestimmung $^1/_9$ seines Kohlenstoffes, nämlich $^1/_9$ von 16,9 Klg. Kohlenstoff **) an das Holz abgeben und es müßte somit die Atmosphäre in 9 Jahren ganz kohlensäurefrei geworden sein, wenn die ganze Erde von einem solchenden Walde bedeckt und keine neue Kohlensäure gebildet würde.

Die Vegetation in der Gegend, für welche Chevandier's Bestimmungen Bezug haben, ist nur 5 Monate thätig, nämlich von Ende April bis Ende September, wo die Blätter gelb zu werden anfangen; in 156 Tagen wurden mithin 1800 Klg. Kohlenstoff durch ein Hectar Wald der

*) 1 Hectar = 1,17 Rheinl. Morgen.

**) Auf $^6/_{10000}$ Kohlensäure der Luft berechnet. Ein Prisma Luft der Atmosphäre von einem Hectar Basis wiegt 103,300,000 Kl.

Atmosphäre entnommen und dies beträgt auf einen Tag 12 Klgr., die Höhe der Bäume zu 20 Mtr. angenommen, müßte die Luft bei vollkommener Windstille von den 32 Klgr. Kohlenstoff *), welche in einem Prisma von 1 Hectar Grundfläche und 20 Mtr. Höhe enthalten ist, $^{22}/_{132}$ oder $^{3}/_{8}$ ihres Gewichtes Kohlensäure täglich verlieren.

Hieraus folgt dann ferner, daß höhere Bäume und solche, die weitläufiger gepflanzt sind, so daß die Luft mehr hindurchstreichen kann, viel besser fortkommen müssen, als niedrige und dichter gepflanzte. Die genannten Bedingungen weichen nicht allein nach diesen Daten, sondern auch nach der Art des Holzes, der Stelle der Erdoberfläche und vielen anderen Umständen von einander ab.

Es giebt noch eine ganz andere Nahrungsquelle für die Pflanzen, als die Wurzel. Es ist nämlich nicht zu bestreiten, daß die grün werdenden Pflanzentheile Kohlensäure aufnehmen und vorzugsweise Sauerstoff dafür abgeben; diese Function ist in der That doppelter Art, es hängt das Aufnehmen von Kohlensäure und das Ausscheiden von Sauerstoff nicht zusammen; das Eine ist eine auf sich selbst beruhende Verrichtung, welche nach den Gesetzen der Absorption von Gasen, durch wässerige Flüssigkeiten vor sich geht. Das Ausscheiden von Sauerstoff ist das Resultat einer allgemeinen chemischen Umsetzung der Pflanzenstoffe, zu minder oxydirter Verbindung, eine Umsetzung, an welcher auch die aufgesogene Kohlensäure Theil hat; beide Verrichtungen verdienen in hohem Grade unsere Beachtung; wir wollen sie in dem folgenden Kapitel für sich behandeln und uns hier damit begnügen, nur den Beweis, daß Kohlensäure durch Blätter aufgenommen wird, zu liefern. Als ein für alle Mal bewiesen kann man die folgende Regel feststellen:

Die Wurzeln der Pflanzen dienen dazu, um Wasser, Am-

*) Hierbei ist $^{1}/_{4}$ für den, von den Bäumen eingenommenen Raum abgezogen.

moniak und die organischen Salze, endlich um eine geringe Menge organischer Stoffe den Pflanzen zuzuführen. Die grünen Theile der Pflanzen aber, vorzugsweise die Blätter, um durch die absorbirte Kohlensäure unter Austreiben von Sauerstoff die Masse der stickstofffreien Bestandtheile der Pflanzen zu vergrößern.

Daß wirklich Kohlensäure durch die Blätter aufgenommen wird, ist schon aus älteren Versuchen von Sennebier und Spallanzani ersichtlich, aber immer in Verbindung mit der Sauerstoffentwickelung betrachtet. De Saussure vor Allen hat dieses festgestellt und Draper hat diese Thatsachen durch Versuche außer Zweifel gestellt, welche in den folgenden Kapiteln mitgetheilt werden sollen.

Ich nehme an diesem Orte diese Thatsachen als völlig ausgemacht an.

Die Menge Kohlensäure, welche, wie sich aus den oben mitgetheilten Versuchen von Chevandier ergiebt, in einem so großen Maße durch die Pflanzen aufgenommen wird, daß jährlich 1800 Klgr. Kohlenstoff dadurch gebunden werden, kann unmöglich vom Boden aus den Pflanzen zugeführt, mithin unmöglicher Weise durch das Regenwasser vermittelt werden. Ein Liter Kohlensäure wiegt 1,98 Gr. Das Regenwasser enthält nur geringe Mengen Kohlensäure. Nehmen wir an, daß in einem Liter Regenwasser 10 C. C Kohlensäure enthalten sein mögen *), so haben wir in 100 Pfd. 1,98 Gr. Kohlensäure oder 0,54749 Gr. Kohlenstoff.

---

*) Die Untersuchungen des zu Utrecht im Juni 1823 bei Westwind niedergefallenen Regenwassers (Commentatio de aquis Rheno-Traj.) enthielten in 1000 Grm. oder 1 Liter 0,0037 Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff.

Es können mithin in einem Liter Regenwasser kaum 2 C. C. Kohlensäure sein. Im Text habe ich die Quantität absichtlich 5mal größer angenommen.

Herr von Baumhauer hat auf meinen Wunsch noch im Monate Juli 1845 die folgenden Bestimmungen der Kohlensäure in fünf verschiedenen Regenwassern, welche alle eine Zeit lang der Luft ausgesetzt gewesen waren, gemacht. In 1000 Grm. waren bei $0^0$ und 760 Mm. an in Cub.-Centim. ausgedrückter Kohlensäure enthalten:

Eine Quantität von 330000000 Klgr. Regenwasser würde mithin ein einziges Hectar Land jährlich erfordern, um 1800 Klgr. Kohlenstoff liefern zu können. Es fällt in dem Binnenland von Frankreich *) aber auf ein Hectar jährlich nur eine Quantität von 6,500,000 Klgr. Regenwasser und es könnten mithin die Pflanzen, von denen Chevandier spricht, nur $1/_{50}$ derjenigen Menge von Kohlensäure durch die Wurzeln bekommen, welche sie enthalten müssen, um das obige Resultat zu liefern. Die Quantität Kohlensäure, welche in dem Wasser enthalten ist, was durch den Boden dringt, habe ich nicht mitgerechnet, dieser steht eine viel größere Menge Kohlensäure gegenüber, welche sie durch die abgeworfenen Blätter verlieren, die, indem sie verfaulen, eine beträchtliche Menge Kohlensäure in die Luft verdunsten lassen, und außerdem noch diejenige Quantität Kohlensäure, welche durch Exhalation ausgetrieben wird (m. s. weiter unten die Versuche von Draper), und endlich noch eine dritte Menge von Kohlensäure, welche mit dem aus dem Boden verdampfenden Wasser wieder in die Atmosphäre zurückgeht.

Gehen wir von den Versuchen Chevandier's aus,

---

| I | II | III | IV | V |
|---|---|---|---|---|
| 4,70 . . . | 4,24 . . . | 7,93 . . . | 8,56 . . . | 9,09. |

Diese Bestimmungen gelten für Utrecht, in der freien Natur muß der Kohlensäuregehalt geringer sein. Jedenfalls ist 10 C. C. auf 1000 Grm. Wasser, wie wir sehen, zu groß genommen.

Die Quantität des gefallenen Regens ist hier für ein ganzes Jahr genommen, während die Pflanzen in gemäßigten und kalten Ländern nur einige Monate im Jahre Feuchtigkeit aus dem Boden nehmen. Dadurch wird die Rechnung noch viel ungünstiger für das Eintreten der Kohlensäure in die Pflanzen durch die Wurzeln. Dagegen ist zu berücksichtigen, daß wir den Thau, welcher nicht tief in den Bpden dringt, aber vorzugsweise die Blätter beschlägt, noch in keine Rechnung ziehen können. Nehmen wir an, daß die Pflanzen jährlich 6 Monate lang Wasser durch die Wurzeln aufnehmen und daß ebenso viel Thau als Regen in den Boden dringt, was gewiß viel zu hoch ist, so bleibt die Rechnung noch dieselbe.

*) Nach Kaemtz (Meteorologie §. 174) fallen jährlich 25 Zoll Wasser auf die Küsten von Frankreich und Holland, 24 Zoll oder 0,650 Mm. in's Binnenland. Ein Hectar ist 10,000 Quadratmeter und beträgt per Hectar 6500 Cub.-Meter jährlich. Nach Simons und Greve (Neuwe Verhandl. von het. Bat. Gen. 1844) in unser Land 0,657 Mm., was per Hectar 6570 Cub.-Meter beträgt.

zufolge welchen 1800 Klgr. Kohlenstoff per Hectar condensirt werden, so müßte 1 Ltr. Regenwasser 10 C. C., sondern 500 C. C. Kohlensäure enthalten, dieses ist die Hälfte von dem, was Wasser unter dem gewöhnlichen Druck der Atmosphären aufnehmen kann. Hieraus geht aber auf das Deutlichste hervor, daß die Pflanzen die größte Menge von Kohlensäure mittelst der Blätter der Luft entnehmen, und daß nur ein sehr geringer Theil durch Regenwasser und aus dem Boden in die Pflanzen gelangt; daß deshalb, weil der Dünger in den Boden niedergelegt und dort nützlich ist, ein anderer Theil der Nahrung, wie Ammoniak, die organischen und die unorganischen Nahrungsmittel durch die Wurzeln eindringen; es giebt mithin in der That zwei Quellen von Nahrungsstoffen, sowie es in der älteren Wissenschaft angenommen wurde, zwei Quellen in entgegengesetzter Richtung, so daß die eine von oben nach unten, die andere von unten nach oben fließt. Die Bestandtheile, welche die Thätigkeit erhöhen, werden mit den unorganischen Salzen und dem Wasser aus dem Boden gezogen, diejenigen dagegen, welche durch unaufhörliche Umsetzung die Masse vergrößern und eine zahllose Menge Producte liefern müssen, werden durch die Atmosphäre herbeigeschafft; es sind dieses sehr bedeutungsvolle Eigenschaften, die in dem folgenden Kapitel weiter entwickelt werden sollen.

Die Versuche von Chevandier geben für die Menge des während der Vegetation gebundenen Wassers folgende Resultate: »eine Quantität von 1754 Klgr. Kohlenstoff, welche in dem Holze jener Wälder per Hectar in einem Jahre gebunden wird, enthielt in der Form von Kohlensäure, in welcher sie aufgenommen wurde, 4591 Sauerstoff; eine Quantität von 33 Klgr. Stickstoff, welche in dem Holze gefunden wurde, ist mit 7 Klgr. Wasserstoff zu Ammoniak vereinigt gewesen; das Holz enthielt nun 213 Klgr. Wasserstoff, dieser beträgt 213 — 7 = 206 Wasserstoff. Diese bedürfen, um Wasser zu bilden, 1650

Sauerstoff; es waren aber im Ganzen 1507 Sauerstoff in dem Holze enthalten.

In der Voraussetzung, daß diese Pflanzen nun Wasser, Ammoniak und Kohlensäure enthalten hätten, haben wir:

gefundene Bestandtheile des Holzes

| C | H | N | O |
|---|---|---|---|
| 1754 | 213 | 33 | 1507. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| C | 1754 | $H^6$ | 7 | $H^2$ 213 − 7 = | 206 |
| O | 4591 | $N^2$ | 33 | O | 1650 |
| $CO^2 = 6345$ | | $N^2H^6 = 40$ | | $H^2O = 1856$ | |

Aus $CO^2 = 6345$ $N^2H^6 = 40$ $H^2O = 1856$ ist dann Holz gebildet, worin

| C | H | N | O |
|---|---|---|---|
| 1754 | 213 | 33 | 1507. |

Die Summe des Sauerstoffes von der Kohlensäure = 6345 und von dem Wasser = 1856 ist 4591 + 1650 = 6241; subtrahirt man hiervon die Quantität des Sauerstoffes, welche in die Quantität des Holzes aufgenommen wurde = 1507, so bleibt für die Menge Sauerstoff, welche durch die Blätter ausgestoßen wird, eine Quantität von 4734 Klgr. übrig; es ist in Folge dieser Versuche 1856 Klgr. Wasser von dieser Hectar Wald gebunden.

Ob die Pflanzen das Ammoniak als solches aufnehmen, ist noch durch keinen Versuch erwiesen und kann mithin nicht als eine Grundregel in der Wissenschaft gelten. Nach dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse zu urtheilen, scheint das Gegentheil stattzufinden; die kleinsten Mengen Ammoniak, welche in die Dammerde gelangen, werden daselbst durch die in derselben vorkommenden organischen Säuren sogleich gebunden und bilden damit in Wasser auflösliche Salze, welche durch die Wurzeln der Pflanzen aufgenommen werden müssen. Die organischen Säuren fehlen in keinem guten und fruchtbaren

Boden und dürfen darin nicht fehlen; ihre Menge ist klein, sie ist zu klein, um die Kohlenstoffmenge den Pflanzen liefern zu können, aber groß genug, um den Stickstoff als Ammoniaksalze von fünf verschiedenen organischen Körpern zuzuführen.

Es ist nicht nöthig, noch näher darauf einzugehen, daß insofern wirklich der Stickstoff auf diese Weise an die Pflanzen gelangt, darum dennoch keine Spur von Ulmin-, Humin-, Gein-, Quellsatz- oder Quellsäure in den Wurzeln braucht gefunden zu werden und daß die weißen Wurzelfasern in der That nicht durch die braune Flüssigkeit gefärbt zu sein brauchen. Keine einzige Zelle in den jungen Wurzeln läßt die aufgesogene Flüssigkeit passiv hindurch; eine jede ist ein thätiges Organ, welches ebensowohl Stoffwechsel erleidet, als es Stoffwechsel veranlaßt.

Gehen wir von der wohlbewiesenen Thatsache aus, daß das Ammoniak nicht frei in einem guten fruchtbaren Boden enthalten sein kann, sondern unmittelbar mit einer der fünf organischen Säuren vereinigt wird, so wissen wir damit zugleich, daß das Ammoniak den Pflanzen niemals ungebunden dargeboten wird. Mit Kohlensäure, welche in dem Wasser eines fruchtbaren Bodens vorhanden ist, kann es nicht verbunden in die Pflanzen treten, weil ulmin-, humin-, gein-, quellsatz- und quellsaures Ammoniak nicht durch Kohlensäure zersetzt werden, sondern umgekehrt diese organische Säuren das kohlensaure Ammoniak zersetzen.

Es scheint mir damit bewiesen, daß alles Ammoniak, welches durch die Wurzeln der Pflanzen aufgenommen wird, von jenen fünf Säuren des Bodens, sei es von einer oder von mehreren derselben zugleich gebunden, in die Pflanzen tritt, und daß es nicht in denselben circulirt, sondern nur in den äußersten Wurzelfasern, die es aufnehmen, existirt, um daselbst sogleich zersetzt und in neue Körper übergeführt zu werden.

Das Brachliegen der Länder *), wobei das sogenannte

---

*) Das Brachliegen der Felder ist als ein bekanntes Mittel der Beförderung der Fruchtbarkeit vielfach von den Gelehrten besprochen. Einige Ländereien

Unkraut untergepflügt wird und im Allgemeinen das Unterpflügen von bereits gebildeten, nicht stickstofffreien Körpern vermehrt aus dem Grunde in demselben Maße den Stickstoffgehalt des Bodens, weil sie mehr humusartige Körper liefern, welche das entstandene Ammoniak stark und unverändert zurückhalten, um es den später zu entwickelnden Pflanzen darzubieten. Dieses ist es vorzugsweise, weshalb die stickstofffreien organischen Körper in dem Boden für das Pflanzenwachsthum nöthig sind, um nemlich den Stickstoff als Ammoniak zu binden, obgleich sie natürlicher Weise zugleich auch die drei anderen organischen Elemente an die Wurzeln der Pflanzen abtreten.

Man denke sich eine Erdart, worin alle organischen Stoffe fehlen, so vermißt man darin alle Stoffe, welche nöthig sind, um das Ammoniak, sei es durch das Regenwasser oder durch

---

brauchen gar nicht, andere alle 7 bis 8, andere alle 4 bis 5 Jahre brach zu liegen. Der Boden verbessert sich, ohne daß etwas hinzugebracht würde.

Die im Allgemeinen anzuerkennenden Gründe sind folgende:

Man entnimmt während dieser Zeit dem Boden nichts und versieht ihn im Gegentheil mit drei verschiedenen Stoffen. Es wachsen erstens eine Menge Pflanzen darauf, welche nachher untergepflügt werden. Die Pflauzen, welche Kohlensäure und Ammoniak aufgenommen und daraus neue Stoffe gebildet haben, hinterlassen diese organischen Stoffe, welche dann in Humusvermoderung übergehen, und den folgenden Pflanzen organische Säuren darbieten. Während diese Humusbildung vor sich geht, wird auch Ammoniak gebildet, und dieses wird durch die organischen Säuren gebunden, um im nächsten Jahre den Pflanzen dargeboten zu werden. Endlich saugen die Pflanzen, welche während dieser Zeit auf dem Boden wachsen, Wasser aus dem Grunde und zugleich mit demselben die darin gelöſ'ten Salze, das Wasser verdampft von der Oberfläche und so sammelt sich durch diese, indem sie beim Unterpflügen in der obersten Erdschicht wieder niedergelegt werden, eine viel größere Menge von organischen Salzen. Beim Brachliegen bereiten die als Unkraut auf den Feldern wachsenden Pflanzen den Boden für die nächste Ernte vor. Durch angesäeten Klee, welchen man nachher unterpflügt, wird der Boden gedüngt.

Man kann noch hinzufügen, daß während des Brachliegens Wasser vom Boden selbst verdunstet, und daß durch Capillarität eine Menge Salze in die Höhe gezogen werden, wenn nicht zu heftige Regengüsse sie wieder mit fortwaschen. Ein fernerer Grund ist der, daß alle Ueberbleibsel von organischen Materien, welche nicht vollständig zersetzt würden, wie von der letzten Ernte untergepflügte Wurzeln, wenn das Land brach liegt, Zeit gewinnen, um zersetzt zu werden. Endlich werden die Silicate des Bodens, indem sie ein oder mehrere Jahre der Luft ausgesetzt werden, ohne durch Pflanzenernährung etwas zu verlieren, aufgeschlossen, und die Basen derselben für die nächste Ernte in einen in Wasser auflöslichen Zustand versetzt.

irgend eine andere Weise in den Boden gelangt, festzuhalten; als Beispiel könnte eine Erde von bloßem verwitterten Feldspath dienen. Eine solche müßte dann bei niederfallendem ammoniakhaltigen Regenwasser das Wasser mit dem Ammoniak nach unten hindurchlassen, um die Brunnen und Quellen zu speisen; bei Gegenwart von humusartigen Stoffen dagegen wird das Ammoniak unmittelbar mit denselben verbunden, und die daraus entstandenen Ammoniaksalze durch den Thonboden in den obersten Feldschichten zurückgehalten. Aus diesem Grunde enthalten die Quellwasser von Orten, wo fruchtbares Land vorhanden, nur eine unbedeutende Menge Ammoniak, während sie bei der Abwesenheit von organischen Stoffen in den obersten Erdschichten so viel Ammoniak enthalten müßten, als den obersten Erdschichten zugeführt oder in denselben gebildet wird.

Man hat in den letzten Zeiten, einer ohne Weiteres angenommenen Gewohnheit folgend, den Werth des Düngers nach der Quantität Stickstoffs geschätzt, welchen sie bei der Elementar-Analyse geben. Diese Methode ist durchaus zu verwerfen, sie beruht auf dem unwahren Satze, daß alle stickstoffhaltigen Körper durch Verwesen unmittelbar in Ammoniak, Kohlensäure und Wasser zerfallen; daß sie hierin zerfallen, wenn sie jahrelang die Zersetzung befördernden Einflüssen ausgesetzt sind, ist bekannt; wenn wir nun auch nicht wissen, wie viele Jahre stickstoffhaltige Körper zu ihrer Zersetzung bedürfen, so wissen wir doch von vielen, daß sie sehr lange Widerstand leisten. So stellt man Morphin aus Opium dar, indem man dieses verwesen läßt, und was noch wichtiger ist, man bereitet das Leucin, einen Stoff, welcher 10,77 % Stickstoff enthält (Bulletin 1838. p. 145.) dadurch, daß man Käse faulen läßt. Käse aber zerfällt nicht unmittelbar, selbst nicht in einer sehr langen Zeit, vielleicht auch nicht in vielen Jahren in Kohlensäure, Ammoniak und Wasser, sondern giebt einen krystallisirbaren Stoff, der kein Ammoniak enthält. Dasselbe Resultat, welches der Käse giebt, ist auch vielleicht von allen Proteinverbindungen mög-

lich, und da wir nicht wissen, wie viel Leucin auf diese Weise gebildet wird und außer demselben noch zugleich andere nicht ammoniakhaltende Körper entstanden sein können, so ist der Maßstab für die Güte der Düngerarten nicht in dem Stickstoffgehalte derselben zu suchen, und man sollte daher als Maaßstab denselben verwerfen.

Aus diesem Grunde haben wir von den meisten Stickstoffbestimmungen von Boussingault, Payen und Anderen nichts bemerkt *).

---

*) Boussingault und Payen haben den Werth von Düngern (Ann. de Chim. et de Phys. Tom. 3. p. 65. und Tom. 6. p. 449.) nach dem darin enthaltenen Stickstoff bestimmt und dabei angenommen, daß die Güte eines Düngers der Quantität Stickstoff, welche sie enthalten, proportional sei. Sie halten das in den Düngern enthaltene Ammoniak für den wirksamen Bestandtheil derselben. Sie untersuchten 93 verschiedene Stoffe; ich übergehe diese mit Stillschweigen, weil sie uns über den Stickstoff, mit dem wir es zu thun haben, den die Dünger wirklich den Pflanzen zur Nahrung bieten können, nichts lehren.

Diesen Bestimmungen stehen andere von Bouchardat gegenüber; nach diesen sollen kohlensaures, zweifachkohlensaures, salzsaures, salpetersaures und schwefelsaures Ammoniak zu $^1/_{1000}$ den Pflanzen dargeboten, starke Gifte sein, und sonach sollen die Pflanzen auf diese Weise keinen Stickstoff erhalten können. (l'Institut. No. 476. 1843. 9 Févr.)

Kuhlmann ist wiederum gegen diesen Schluß Bouchardat's, daß einige Ammoniaksalze, als $1^1/_2$ kohlensaures, zweifachkohlensaures, salpetersaures, schwefelsaures Ammoniak den Pflanzen schädlich sein sollten, aufgetreten (Comptes rendus. 13. Novbr. 1843. pag. 1118.). Kuhlmann hat diese Angaben dadurch bestimmt, daß er ein Stück Land in verschiedene Theile theilte und jedes Stück im Frühjahr mit einer Auflösung von folgenden Stoffen befeuchtete. Die Menge Stroh, welche ein Hectar Land producirte, wurde dabei als Maßstab genommen. Während ohne ammoniakalischen Dünger 4000 Kl. per Hectar an Stroh gewonnen werden, erhielt er mehr bei den folgenden Stoffen: Salmiak 1716, schwefelsaures Ammoniak 1233, salpetersaures Ammoniak 800, Ammoniakwasser aus einer Gasfabrik mit Salzsäure gemengt 2300, Harn 2240, Auflösung von Leim in Wasser 2493; diese Flüssigkeit enthielt $2^1/_2$ Procent unreinen Leim.

Aus diesen Versuchen folgt, daß aus der Atmosphäre wohl Stickstoff herbeigeführt wird, nur nicht genug, um eine gute Entwickelung der Pflanzen zu bewirken, und daß mit der Quantität herzugebrachten Stickstoffs die ganze Entwickelung der Pflanze in Verbindung steht, indem mit dem Ammoniakdünger auch zugleich mehr Kohlensäure und mehr Stickstoff aus der Luft in den Boden gebracht wurden, denn die Quantität Stickstoff, welche einmal im Frühjahr in den Boden gebracht wurde, konnte nicht hinreichen um das große Uebergewicht zu geben. Es folgt daraus ferner, daß zugleich auch Kali, Kalksalze, Phosphorsäure u. s. w. in demselben Maße aufgenommen wurden.

Kuhlmann schließt daraus weiter, daß Liebig's Annahme, daß das Regenwasser mehr Ammoniak an die Pflanzen abgebe, als diese nöthig hätten, nicht mit diesen Versuchen übereinstimme.

Die Ammoniaksalze befördern als solche nicht alle die Auflösung der humusartigen Körper aus dem Boden, z. B. das Chlorammonium nicht, das kohlensaure Ammoniak dagegen stark. Salze der Art können mithin durch bloße Vermittelung der Auflösbarkeit jener Stoffe dem Pflanzenwachsthum nicht nützlich sein; es sind aber im Boden viele Basen in Form kohlensaurer Salze vorhanden, z. B. kohlensaurer Kalk und kohlensaures Kali. Werden Ammoniaksalze, z. B. schwefelsaures Ammoniak, Chlorammonium und humusartige Körper, z. B. aus Zucker dargestellte Ulminsäure, welche nur schwierig auflösbar ist, mit einem solchen kohlensauren Salz, z. B. Kreide und Wasser zusammengebracht und digerirt, so tritt eine Wechselzersetzung ein, die Ulminsäure, Huminsäure u. s. w. werden durch Einwirkung des gebildeten kohlensauren Ammoniaks aufgelös't. Schwefelsaures Ammoniak, Kreide, Ulminsäure und Wasser geben nach einiger Digestion eine sehr braune Flüssigkeit, in welcher eine sehr große Menge ulminsaures Ammoniak enthalten ist; ein ähnliches Resultat erhält man bei Anwendung von Chlorammonium, Kreide und Ulminsäure, nur enthält die Flüssigkeit weniger Ulminsäure.

---

Er glaubt ferner, daß schwefelsaures Kali oder schwefelsaurer Kalk und Chlorcalcium und Chlorkalium aus dem Grunde von den Pflanzen aufgenommen werden, weil die Seepflanzen alle Kochsalz enthalten. Phosphorsaurer Kalk und Magnesia sind nach Kuhlmann in kohlensaurem Wasser auflöslich.

Schattenmann hat (das. pag. 1118.) ähnliche Resultate über Anwendung von schwefelsaurem, phosphorsaurem und salzsaurem Ammoniak mitgetheilt; er hat diese Salze mit Vortheil als Dünger bei Gerste und Hafer angewandt.

Boussingault (Cmptes rendus. 20. Novbr. 1843 pag. 1153.) ist der Meinung, daß die Seepflanzen das Chlor nicht im Verhältniß zum Natrium enthalten; er glaubt mit Kuhlmann den Satz aufstellen zu müssen, daß die Ammoniaksalze durch Wechselzersetzung mit kohlensaurem Kalk, Kali und Natron kohlensaures Ammoniak bilden und dieses den Pflanzen darbieten.

Eine vergleichende Untersuchung von verschiedenen stickstoffhaltigen Salzen in Bezug auf ihr Düngungsvermögen hat Chatterley angestellt (Phil. Mag. Juny. 1843). Er hat schwefelsaures Ammoniak, salpetersaures Ammoniak und salpetersaures Kali dazu angewandt. Als Resultat theilt er mit, daß die stickstoffhaltenden Salze wirklich den Pflanzen als Nahrung dienen, im Verhältniß als sie Stickstoff enthalten.

Wenn man mithin schwefelsaures Ammoniak oder Salmiak zur Düngung anwendet, so wird das Ammoniak in der That durch Vermittelung der kohlensauren Salze des Bodens in ulminsaures Ammoniak u. s. w. umgesetzt, um diese letztere auflösliche Verbindung den Pflanzen darzubieten; selbst in diesem Falle also reichen Ammoniak und die im Boden erzeugten Säuren sich die Hand, um in ihrer Gesammtheit den Pflanzen Nahrung zu bieten. Wo mithin humusartige Stoffe überflüssig im Boden vorhanden sind, können anorganische Ammoniaksalze des Düngers nicht als solche in die Pflanzen gelangen.

Aus dem Einen wie dem Andern folgt, daß, wenn überhaupt ein Theil Ammoniak des Bodens mit anorganischen Säuren verbunden in die Pflanzen dringt, die größte Menge desselben immer in Verbindung mit organischen Stoffen in dieselben tritt; in dieser Beziehung müssen diese letzteren von ganz besonderer Bedeutung erscheinen.

Um das kohlensaure Ammoniak, welches beim Verfaulen von thierischen Körpern sich verflüchtigt, wenn diese als Dünger angewandt werden, zurückzuhalten, hat man mancherlei anempfohlen. Schattenmann (Comptes rendus, 8 Juillet 1844. pag. 114. und Annal. de Chim. et de Phys., Janv. 1842, pag. 116.) theilt günstige Berichte über die Anwendung des Eisenvitriols in dieser Beziehung mit, wodurch schwefelsaures Ammoniak und Eisenoxyd gebildet und somit das Ammoniak gebunden wird; es reicht hin, den Düngerhaufen mit Eisenvitriollösung zu übergießen. Er empfiehlt, dieses auch auf Excremente anzuwenden, wodurch außerdem, daß das Ammoniak gebunden wird, auch zugleich der unangenehme Geruch beseitigt wird, indem sich Schwefeleisen bildet; ein Mittel, welches man bei uns (in den Städten) mit Vortheil anwenden sollte, wo man die Excremente dann und wann aufräumen muß.

Um das Ammoniak zu binden, hat man auch verdünnte Schwefelsäure empfohlen, in der Meinung, darin ein Dün-

gungsmittel zu finden, weil dadurch die gebundene Menge an Ammoniak ansehnlich vermehrt wird, allein man empfiehlt gegenwärtig zu viel Stoffe als Dünger. In einem solchen Boden, worin die fünf organischen Säuren im Ueberschuß enthalten sind, braucht man keine Schwefelsäure, um das Ammoniak zu binden.

Nach Daubeny (Athenäum. 14. Aug. 1841, und Bibl. Univ., Novbr. 1841, p. 410) können auch salpetersaures Kali und Natron Stickstoff an die Pflanzen abtreten und sind diese Körper mit unter denjenigen Stoffen aufzuzählen, die für manche Pflanzen nützlich sind. Es sind also Salze, die entweder in den Pflanzen oder in der Dammerde zersetzt werden müssen; die Anwesenheit von Salpeter in Tabak und anderen Pflanzen macht beides wahrscheinlich.

In den letzten Jahren hat man den Guano vielfach als Dünger empfohlen; dieser enthält eine veränderliche Menge von harnsaurem Ammoniak nebst einigen anderen Stoffen, z. B. phosphorsaure, kohlensaure und oxalsaure Salze. Das harnsaure Ammoniak ist der Hauptdüngerstoff in demselben und in Folge dessen ist der Guano eine der besten Düngerarten. Ist er der beste Dünger? Es ist auffallend zu sehen, wie eine solche Neuigkeit als etwas Besonderes von so Vielen aufgenommen wird und es müßten Diejenigen, welche täglich eine so große Menge von harnsaurem Ammoniak und kohlensaurem Ammoniak in den Excrementen von Menschen und Thieren wegwerfen, es billiger Weise erkennen, wie verkehrt es ist, den Guano von Peru für viel Geld anfahren zu lassen. So lange man den Harn nicht zur Düngung verwendet und nicht mehr Sorgfalt auf das Auffammeln der Excremente von Menschen und Thieren verwendet, braucht man auch keine Excremente von Vögeln aus der stillen Südsee anfahren zu lassen *); wobei man sich noch obendrein Betrügereien aussetzen muß, wozu der Guano so viel-

*) Fourcroy und Vauquelin haben eine Analyse davon gemacht, Annal. de

fache Gelegenheit giebt; man sollte den Landbau vor Betrug schützen, und nicht durch die Uebelstände der Wissenschaft auf solche Weise, wie es mit dem Guano geschieht, beschweren. Als ob man das Ammoniak aus der stillen Südsee müßte kommen lassen! Man verstehe mich wohl: »ich behaupte nicht, daß Guano kein guter Dünger sei, sondern nur, daß man seiner nicht bedarf.«

Diejenigen, welche es nicht besser wissen, trifft auch kein Vorwurf, nur muß man bedauern, daß sie so von Denjenigen verleitet werden, die es allerdings besser wissen, die aber, um sich Geld und einen Namen zu erwerben, von der Unkunde ihrer Zeitgenossen einen schändlichen Mißbrauch machen. Ich habe aus dem Grunde, so weit ich es konnte, gegen den Guanobetrug gekämpft, und scheue mich nicht, davor wie vor einer schändlichen Mißleitung zu warnen. Dasselbe Urtheil scheue ich mich nicht über die vielen Fabriken von künstlichem Dünger zu fällen, wovon man gegenwärtig immer mehr hört. Ein jeder Boden, eine jede Pflanze erfordert ihre eigenen unorganischen Stoffe, man kann keinen allgemeinen Dünger dafür zusammensetzen; das Ammoniak kann man in den Excrementen von Menschen und Thieren finden, und was die organischen Bestandtheile anbetrifft, so ist es glücklicher Weise eine allgemeine Eigenschaft der meisten gewöhnlich vorkommenden organischen Stoffe, daß sie beim Verwesen in die vielmals genannten fünf organischen Säuren des Bodens zerfallen, man braucht mithin keine Fabriken dafür zu errichten. Es gereicht dem Gelehrten nicht zur Ehre, die älteste Kunst um ihren einfachen und natürlichen Zustand, und auf das Terrain irriger Ansichten zu bringen; es ist indessen Hoffnung, daß die Anhänglichkeit der Landleute an das Alte verhindern wird, daß dieses Uebel weiter um sich greift.

---

Chim. Tom. 56. pag. 259. Liebig und Wöhler, Annal. der Chem. und Pharm. 1842.

Girardin und Bidard, Annal. de Chim. et de Phys. Janv. 1844. pag. 113. Payen und Boussingault, das. Févr. pag. 287.

Was vorhin über organische Nahrung der Pflanzen, über Kohlensäure, Wasser und Ammoniak gesagt ist, läßt sich kurz auf folgende Weise ausdrücken.

Die Fettpflanzen (vetplanten), viele Moose u. s. w. leben von Kohlensäure, Wasser und Ammoniak; sie sind wenig stickstoffhaltende Pflanzen.

Die Blätter zersetzen die Kohlensäure, welche sie aus der Luft aufnehmen und bilden unter Abscheidung des Sauerstoffes mit den Elementen des Wassers stickstofffreie Pflanzenstoffe.

Es ist nicht bekannt und sogar unwahrscheinlich, daß die Blätter Ammoniak aufnehmen, im Gegentheil ist es aus dem Einfluß ammoniakalischer Düngerstoffe auf das Pflanzenwachsthum wahrscheinlich, daß das Ammoniak den Pflanzen durch die Wurzeln zugeführt wird.

Indem in den Blättern stickstofffreie Stoffe aus der Atmosphäre gebildet werden, gelangt jährlich eine Menge organischer Stoffe durch das Abfallen derselben zum Boden, welche daselbst in humus- oder quellsäureartige Körper, also Körper von sauren Eigenschaften, verwandelt werden.

Diese Stoffe binden das Ammoniak und treten mit demselben durch die Wurzeln als Ammoniaksalze in die Pflanzen.

Ohne es überhaupt abzusprechen, daß durch die Blätter etwas Ammoniak und durch die Wurzeln etwas Kohlensäure aufgenommen wird, welches letztere man auch nicht leugnen kann, tritt doch die Hauptmenge von Ammoniak und das Wasser durch die Wurzeln und die Hauptmasse von Kohlenstoff durch die Blätter in die Pflanzen.

Die Theile der Knospe sind in Bezug auf die Atmosphäre den Fettpflanzen (vetplanten) und den Moosen vergleichbar, sie leben größtentheils auf Kosten der Atmosphäre, wir dürfen sie als selbstständige Pflänzchen betrachten, welche auf dem Stamme, wie auf einem fruchtbaren Boden stehen; die selbstständigen Pflänzchen (die Ausläufer der Knospe, die Blätter) sind die Condensatoren für die Kohlensäure der Luft, sie fallen ab, ver-

faulen, und ein großer Theil ihrer Substanz bindet das Ammoniak aus dem Boden, um damit in die Wurzeln der Pflanzen einzudringen.

Die organischen Ammoniaksalze liefern hauptsächlich die stickstoffhaltenden Pflanzenstoffe, das Protein nebst dessen Ableitungen, und wenn sie überhaupt auch keinen Dienst weiter hätten, so würden sie dennoch aus diesen einfachen Gründen unentbehrlich zu nennen sein.

Die Ausläufer der Knospen (die Pflänzchen des Stammes, die Blätter) entnehmen die stickstoffhaltenden Stoffe aus dem Stamme, sowie der Stamm sie aus der Wurzel, und die Wurzel sie aus dem Boden nimmt.

Das Condensiren und Zersetzen der atmosphärischen Kohlensäure in den Blättern; die Bildung von stickstofffreien Körpern in den Blättern aus dieser Kohlensäure und dem Wasser; das Abfallen, Verwesen der Blätter zu Humussäure oder Quellsäure; die Bildung von Ammoniak in dem Boden aus den Bestandtheilen der Luft und des Wassers; die Verbindung der beiden letzteren zu humus- und quellsauren Ammoniaksalzen; das Eindringen derselben in die Pflanzen durch die Wurzel; die Bildung von stickstoffhaltenden Körpern aus jenen in den Wurzeln; das Aufsteigen dieser letzteren in die Blätter und Früchte; das Niedersteigen eines Theils derselben mit den Producten zersetzter Kohlensäure aus der Luft, die Holzbildung; das Abfallen und Verwesen der Blätter u. s. w. »Dieses ist der ganze Cyklus des Pflanzenreichs. Wenn diese Sätze richtig sind, so folgt:

1) Die Pflanzen leben auf Kosten der Atmosphäre, was das Gewicht ihrer Bestandtheile betrifft.
2) Die Pflanzen können nicht allein durch die Bestandtheile der Luft, so wie sie in derselben vorhanden sind, sich erhalten.
3) Die Knospenausläufer nehmen Kohlensäure und Wasser auf und leben ebenso, wie die Fettpflanzen (vetplanten).

4) Die Wurzeln bereiten die stickstoffhaltigen Pflanzenstoffe, welche von da in die Knospen übergehen.

5) Für alle im Boden vegetirenden Pflanzen ist organische Nahrung unentbehrlich und man wird überall, wo man in der Landwirthschaft von diesem Naturgesetze abweicht, durch die Resultate lernen, wie verkehrt es ist, auf unbewiesene Grundlagen hin die alte Kunst zu erneuern.

## IX. Verwandlung der Nahrungsstoffe in den Pflanzen.

### Ursachen der Veränderungen der aufgenommenen Nahrungsstoffe.

Die Flüssigkeit, welche verschiedene Pflanzen durchströmt, ist sehr verschieden. Dieser Unterschied rührt nicht von der Art der Nahrung, so wie sie ursprünglich den Pflanzen dargeboten wird, sondern von der Bereitungsweise, welche in den äußersten Wurzelenden statthat, her. Die äußersten Wurzelenden von verschiedenen Pflanzen enthalten verschiedene Producte derselben von außen aufgenommenen Materien; verschiedene Producte der Einwirkung von in den Pflanzen bereits gebildeten Stoffen auf die von denselben aufgenommene Nahrung. Es ist mithin die Grenze der Wurzelenden vorzugsweise der Ort, wo die Nahrung verarbeitet wird.

Es ist nothwendig, weiter zu verfolgen, auf welche Weise diese Veränderung in den äußersten Wurzelenden vor sich geht und wie sie ferner in den übrigen Pflanzentheilen zu Stande kommt.

Was das Erste anbetrifft, so ist es bekannt, daß die Wurzelfasern der Pflanzen in ihrer Länge zunehmen und durch Anheftung von neuen Zellen einen größeren Umfang gewinnen; daß dieses aus den Stoffen, oder wenigstens un-

ter dem Einflusse derjenigen Stoffe, welche die Wurzelenden umgeben, geschieht; daß diese Wurzelenden, welche selbst im Stande sind, an Umfang zuzunehmen, neue Zellen zu bilden, deshalb sehr thätige Pflanzentheile sind, durch welche die Flüssigkeiten des Bodens keinenfalls auf dieselbe Weise, wie in Haarröhrchen aufsteigen, oder als bloß durchschwitzend sich von einer Zelle in die andere fortbewegen können; daß im Gegentheil von allen denjenigen Theilen, durch welche Flüssigkeiten strömen, meistens eine Thätigkeit ausgeht, welche sich auf die chemischen Bestandtheile der aufgenommenen Flüssigkeit überträgt; es wird eine Tension von ersteren ausgeübt, welche auf die letztere zurückwirkt, oder wenn man will, eine Bewegung von den ersteren den letzteren mitgetheilt.

Diese allgemeine Wahrheit, welche in der Natur, wo ein jedes Molecul ein Centrum von Wirkung werden kann, keine Ausnahme erleidet, ist vom größten Gewicht, um sich von den Metamorphosen der durch die Pflanzen aufgenommenen Stoffe eine allgemeine Vorstellung zu bilden. Jedenfalls geht von einer jeden Zelle, durch welche Flüssigkeiten strömen, stets eine Wirkung aus; von allen denjenigen aber, in welchen Stoffe, die in fortwährender Zersetzung sich befinden, gefunden werden, oder welche daraus bestehen, muß eine solche Wirkung ausgehen und muß der Einfluß auf alle solche Körper, welche dafür empfänglich sind, zurückwirken, welches im ersten Kapitel zur Genüge entwickelt ist.

Geht man von diesem Gesichtspunkte aus, so öffnet sich ein weites Feld für die Untersuchung. Jedes einzelne Gefäßsystem der Pflanzentheile, der einzelnen Organe, welche sie enthalten, müßten zerlegt und auf ihre Bestandtheile genau untersucht werden, müßten namentlich in solcher Weise chemisch untersucht werden, daß man daraus ihren Einfluß auf andere Körper, mit welchen sie in Berührung kommen, erkennen kann, und man müßte damit diejenigen Stoffe in Verbindung bringen, welche in jenen Organen selbst erzeugt werden. In

dieser Art und Weise ist die Pflanzenphysiologie überhaupt noch nicht ausgeübt und dennoch ist dieses der einzige Gesichtspunkt, von welchem aus man einmal Licht über die Metamorphosen der Stoffe dieses schönen Naturreichs zu erwarten hat.

Alles, was man Zelle nennt und was auch wirklich Zelle ist, enthält deshalb nicht dieselben wirkenden Stoffe; es geht nicht jederzeit derselbe Einfluß von einem Theile auf den anderen, von dem Zelleninhalt auf diejenigen Materien, welche in angrenzenden Zellen enthalten sind, aus. Weshalb bringen sonst die Mohnköpfe eine Reihe von Pflanzenbasen hervor, welche vielleicht einen und denselben Grundstoff gemein haben und niemals in anderen Theilen der Pflanzen gefunden werden? Wodurch entsteht aus den Grundstoffen der Pflanzen in dem Fruchtgehäuse die Mannichfaltigkeit von Erzeugnissen? Wodurch anders, als durch Verschiedenheit in denjenigen Stoffen, welche ursprünglich in den Zellen des Fruchtgehäuses vorhanden waren, Stoffe, welche von den allgemeinen Bestandtheilen abstammend, im Stande sind, solche eigenthümliche Producte unter den Umständen, in welchen sie sich befinden, zu liefern. Die Untersuchung dieser Stoffe muß einmal die Grundlage aller genauen Kenntnisse der Metamorphosen der den Pflanzen dargebotenen und von denselben verarbeiteten Nahrungsstoffe werden.

In dem Kapitel über chemische und organische Kräfte ist dargethan, daß alle solche Materien, deren Bestandtheile sich nicht im völligen Gleichgewicht unter einander verbunden finden — und dieses ist nur selten der Fall — auf einige Stoffe, welche mit jenen in Berührung kommen, eine Wirkung äußern müssen, daß vorzugsweise in solchen Fällen, wo die Stoffe im Entstehen oder in Zersetzung begriffen sind, sich eine Thätigkeit auf andere überträgt, d. h. daß auch diese chemisch verändert werden. In dem, was früher über die Gährung gesagt ist, ist dieses zur Genüge auseinandergesetzt.

Wenden wir die an jenem Orte angegebenen Sätze auf die Umsetzung der durch die Pflanzen aufgenommenen Nahrungsstoffe an, auf die chemische Veränderung, welche die durch die Pflanzenzellen dringenden Flüssigkeiten erleiden, so haben wir darin eine wahre Grundlage, auf welche eine bessere phyto-chemische Wissenschaft gegründet werden kann. Der Inhalt der Zellen, namentlich der jungen, die Wände mancher Zellenreihen selbst, bestehen nicht überall aus unveränderlichen Stoffen. Sind sie nicht bloß veränderlich, sondern in einem stets verändert werdenden Zustande und enthalten sie in diesem Zustande Stoffe, welche mit ihnen in Berührung kommen, d. h. enthalten sie solche Stoffe, welche noch nicht in ein chemisches Gleichgewicht getreten sind, oder worin dasselbe stets mehr und mehr gestört wird, so muß sich diese Thätigkeit immer mehr und mehr auf andere Körper übertragen, ebenso wie sich die stete Veränderung von dem Ferment auf Zucker, welcher durch diese Thätigkeit ergriffen wird, überträgt. Ebenso wenig aber wie das Ferment, welches in stets verändertem Zustande sich befindet, alle erzeugten Körper verändern kann, so z. B. nicht das Amygdalin, welches dagegen durch Synaptase zersetzt wird, ebenso wenig mögen auch die Stoffe der Pflanzenzellen alle durch dieselben strömenden Stoffe chemisch umsetzen, ebenso wenig mögen die Molecule des Zelleninhaltes, welche in chemischem Wechsel sich befinden, alle mit ihnen in Berührung kommenden Materien zu einem Wechsel veranlassen. Die Wirkung selbst muß je nach der Art der Stoffe, von welchen sie herrührt, verschieden sein, die Wirkung aber, welche sich überträgt, muß je nach der Empfänglichkeit der zu verwandeluden Stoffe anders ausfallen.

Beabsichtigen wir daher jemals einige Kenntnisse von der Art und Weise, wie die unzähligen Stoffe des Pflanzenreichs zu Stande kommen, zu erlangen — und wie können wir an der Erreichung dieses Zieles zweifeln? — so muß diese Kenntniß in der Aufsuchung der Stoffe, von welchen die Wirkung

ausgeht, begründet werden. Es muß eine chemische Verschiedenheit überall da herrschen, wo aus einer und derselben Flüssigkeit bald Fett oder Stärke, bald Zucker, bald wiederum eine Pflanzenbase oder ein flüchtiges Oel gebildet wird. Es muß ferner mit der chemischen Kenntniß der Organe und des organischen Baues der Pflanzen eine Untersuchung der durch Pflanzen strömenden Flüssigkeiten verbunden werden, damit aus der Kenntniß der mit den in Zersetzung begriffenen Stoffen in Berührung gebrachten wiederum dargethan werden könne, auf welche Weise die neuen Producte aus den vorhandenen Stoffen haben entstehen können.

Daß man niemals ein anderes als empirisches Band zwischen den Körpern, welche erzeugen, aus welchen erzeugt wird und welche erzeugt werden, finden wird, daß man niemals wird nachweisen können, warum gerade diese Stoffe diese Producte, jene wiederum andere liefern, versteht sich leicht; allein es ist gerade diese empirische Kenntniß, welche die Basis der wahren Naturwissenschaft ausmacht und von welcher wir in der Phytochemie noch nicht einmal einen ersten Anfang sehen; es ist diese empirische Kenntniß, welche allein die Grundlage der anorganischen Chemie ausmacht, und es kann mithin auch die organische keine andere haben.

Aehnliche Ursachen, als diejenigen, welche im thierischen Organismus thätig sind, gelten auch im Pflanzenreiche.

Die Pflanzen, indem ihnen das System fehlt, welches die Flüssigkeiten bei den Thieren circuliren läßt, ein System von Röhren, welche jene chemische Wirkung auf die durchströmende Flüssigkeit ausüben, lassen die in Auflösungen befindlichen Stoffe von Zelle zu Zelle durch. Ueberall aber, wo ein Durchlassen stattfindet, ist nicht zugleich Wirkung, oder dieselbe Wirkung vorhanden. Die Veränderung der Zellen ist hier von großem Einflusse und noch viele andere Umstände, so daß die Metamorphose der Pflanzenstoffe nur im Allgemeinen angegeben werden kann. Es mag genügen zu be-

merken, daß dieselben Grundursachen, welche im thierischen Organismus statthaben, auch im Pflanzenreiche nothwendig wirksam sind, nämlich eine Wirkung, welche von gewissen allgemeinen Materien ausgeht und auf andere zurückwirkt, eine wahre chemische Wirkung also; und daß, ebenso wie im thierischen Organismus, die aus den Capillargefäßen tretende Flüssigkeit unter dem Einflusse in Veränderung begriffener Stoffe, chemisch erregt und mancher ihrer Bestandtheile modificirt wird, dieses auch in den Pflanzenzellen ebenso geschieht; daß ferner, ebenso wie die Erzeugnisse aus einer und derselben Flüssigkeit im Thierreiche, je nach den Organen, in welche die Flüssigkeit tritt, oder die Erzeugnisse verschiedener Flüssigkeiten nach der Beschaffenheit derselben verschieden sind, dieses ebenso bei den Pflanzen der Fall ist. Die Speicheldrüsen und die Nieren empfangen beide arterielles Blut und bringen verschiedene Producte und zwar aus dem Grunde zu Wege, weil die Speicheldrüsen von den Nieren verschieden sind, weil dasselbe arterielle Blut in den Speicheldrüsen und den Nieren verschiedenen in Zersetzung begriffenen Materien ausgesetzt ist. Dasselbe gilt von solchen Pflanzensäften, welche durch verschiedene Zellensysteme dringen. Die Leber scheidet andere Stoffe aus, während sie Pfortaderblut erhält, als wenn sie allein arterielles Blut erhielt. Dasselbe gilt für diejenigen Pflanzenzellen, durch welche verschiedene Flüssigkeiten strömen.

In unsrer jetzigen Wissenschaft ist oft die Rede von solchen Organen, welche neue Zellen zu Stande bringen. Es verdient dieser Gegenstand, daß wir uns einen Augenblick damit beschäftigen.

Ohne allen Zweifel ist alle chemische Thätigkeit innerhalb oder außerhalb der organischen Natur eine Molecularwirksamkeit, eine solche, welche von Moleculen ausgeht und auf Molecule sich erstreckt. Organe an und für sich als eine Verwebung verschiedener elementarer Formen, mögen die Art

und Weise, in welcher diese Stoffe angeordnet sind, modificiren. Organe können keine chemische Thätigkeit haben, weil chemische Thätigkeit nichts Anderes ist, als eine Aeußerung eines Molecularzustandes, welchen sie von Organen nicht empfangen können. Organe erzeugen keine chemische Thätigkeiten, sondern sie sind Vermittler derselben. In diesem Sinne wünsche ich das Wort Organ aufgefaßt zu sehen, so weit ich mich desselben bediene.

Der Begriff der Erzeugung neuer chemischer Körper, mögen sie eine Form oder keine angenommen haben, stützt sich deshalb auf den Begriff von Molecularwirkung.

Wenn wir einen Blick auf die einfacheren und niederen Pflanzen eigenthümlichen Stoffe und auf die in Pflanzen höherer Ordnungen vorkommenden Materien werfen, so bemerken wir eine wesentliche Verschiedenheit. Ebenso nehmen wir eine große Verschiedenheit in den Stoffen, welche verschiedenen Thierklassen eigen sind, wahr; nur in geringerem Maße als dieses bei den Pflanzen statthat. Es ist dieses ein Unterschied, welcher durch Verschiedenheit der Organe, welche dieselben Nahrungsstoffe der Pflanzen unter durchaus verschiedene Bedingungen stellen und in Folge dessen in verschiedene Lage unter einander bringen, bedingt ist. Ebenso verhält sich dieses bei den Thieren.

Zwischen Thier und Pflanze ist in Ansehung der Stoffe, welche sie enthalten, ein großer Unterschied. Leim kommt in den Pflanzen nicht vor; Cellulose findet man nicht bei den Thieren *); Chondrin findet man nicht bei den Pflanzen, Stärke, Gummi nicht bei den Thieren; Hämatin findet man nicht bei den Pflanzen und Pflanzenalkalien nicht bei den Thieren. Ueberhaupt findet man bei den Thieren nur wenige besondere Körper, welche nicht zu den Secreten gehören und im engeren Sinne keine Bestandtheile des Körpers sind, wäh-

*) Schmidt (zur vergleichenden Physiologie 1845 S. 26) fand Cellulose in Ascidia mamillaris und Frustulia salina.

rend man in den Pflanzen noch eine Menge von besonderen Stoffen als: flüchtige Oele, Harze, Gummi, Säuren, indifferente, stickstoffhaltende Stoffe u. s. w. antrifft, mit einem Worte eine unzählige Menge verschiedener Dinge, welche gewiß zum großen Theil mit zu den Secreten gehören.

Bei den Thieren finden wir eine Einfachheit der Zusammensetzung, welche wir nicht bei den Pflanzen antreffen, wenn wir unsere Aufmerksamkeit auf die Stoffe lenken; umgekehrt keine Einfachheit in der Organisation bei den Thieren, aber eine einfache Organisation bei den Pflanzen. Wir finden mithin ein umgekehrtes Verhältniß zwischen Organisation und Materie des Thierreiches und des Pflanzenreiches. Die Gründe hiervon finden sich sehr natürlich. Wo eine und dieselbe Flüssigkeit im Kreise, durch das Herz getrieben, herumströmt und sich in den Pulsadern vorwärts und in den Adern nach demselben Herzen zurückbewegt, da kann man auch nur eine geringe Anzahl verschiedener Stoffe antreffen, während da, wo ein jeder Theil beinahe eine besondere Selbstständigkeit hat, wo also in jedem Falle keine unmittelbare, sondern eine vermittelte Abhängigkeit unter den einzelnen Theilen besteht, wo gar kein Kreislauf einer und derselben Flüssigkeit durch das ganze Wesen stattfindet, eine große Verschiedenheit der Stoffe gefunden werden muß. Hieraus erklärt sich, weshalb durch complexe Organisation bei den Thieren eine Einfachheit der Bestandtheile im Organismus bedingt wird.

Aus eben dem Grunde, weil die Organisationen der Thiere und der Pflanzen so sehr verschieden sind, sind auch die Functionen derselben so sehr von einander abweichend, daß sie kaum mit einander verglichen werden können. Das Circulationssystem, das Respirationssystem, der Magen und der Darmkanal, die Leber, die Nieren, aber vor Allem das Hirn und die Nerven, wovon man bei den Pflanzen keine Spur findet, ziehen zwischen Thier und Pflanze eine scharfe

Grenze, und so wie sie mehrere Lebensverrichtungen mit einander gemein haben, Stoffe aufnehmen und verarbeiten, einige erzeugen, die von gleicher Art sind, so sind Thiere und Pflanzen in den übrigen Lebensverrichtungen verschieden.

Man hat in den letzten Jahren wiederholt das Naturgesetz ausgesprochen, daß die Pflanzen die organischen Stoffe bereiteten und daß die Thiere sie verbrauchten. Ein Blick auf das Capitel, in welchem die Formbestandtheile behandelt sind, widerlegt diesen Satz und zeigt uns, daß dieses Gesetz nicht gültig ist. Es gehört dasselbe zu den neuen Naturgesetzen, nicht zu den alten; an neuen ist unsere Zeit sehr reich.

Der Hauptcharakter des organischen Reiches liegt in einem ununterbrochenen Stoffwechsel derjenigen Materien, welche es einschließt. Wenn uns im Pflanzenreiche ein in steter Umsetzung begriffener Stoff bekannt wäre, so hätten wir wenigstens einen Punkt, von welchem wir zur Erklärung des Stoffwechsels ausgehen könnten. Es ist nicht die Frage, ob man, von dem Wechsel dieses einen Stoffes ausgehend auch die Entstehung der übrigen genau verfolgen könnte; es würde schon sehr viel gewonnen sein, wenn man nur mit Sicherheit eine Grundursache nachweisen könnte. In der Meteorologie zweifelt Niemand mehr daran, und es war eine wichtige neuere Entdeckung, daß die Sonnenwärme die alleinige Grundursache des Witterungszustandes ist, während Niemand im Stande ist, einer jeden Veränderung, welche unumstößlich darin begründet ist, auf der Spur zu folgen.

Die Kenntniß eines Stoffes, welcher an und für sich in einem steten Wechsel sich befindet, und im Pflanzenreiche allgemein vorkäme, müßte von großer Bedeutung sein. Ein organisches Wesen der Art könnte dann als ein Focus von Wirkung betrachtet werden, und aller Stoffwechsel, der durch dasselbe veranlaßt würde, möchte dann wiederum ein neuer Mittelpunkt neuer Thätigkeiten genannt werden. Wäre, mit anderen Worten, der Wissenschaft im Pflanzenreiche ein Stoff

bekannt, welcher stets in einem Zustande des Stoffwechsels sich befände, so wäre eine kräftige Stütze für die Anschauung der Lebensthätigkeit in dem Sinne, als wir sie auffassen möchten, gegeben (1. Capitel).

Mit viel Grund kann man im Pflanzenreiche dieselbe organische Materie, welche wir im Thierreiche als erste Grundursache einer chemischen Thätigkeit ansehen, auch im Pflanzenreiche als solche betrachten; es ist diese die complexe Gruppe, welche wir Protein nennen.

Mit Unrecht sagt man, daß dieses von den Pflanzen bereitet und von den Thieren verbraucht werde, denn so weit es richtig ist, daß die Pflanzen es bereiten und die Thiere wahrscheinlich nicht, sondern es verbrauchen, eben so verbrauchen auch in demselben Sinne die Pflanzen einen beträchtlichen Theil desselben.

Die von Payen in den Wurzelausmündungen gefundene stickstoffhaltige Substanz ist ohne Zweifel eine Proteinverbindung, welche noch unbekannt ist; allein es ist dieses für unsern gegenwärtigen Zweck auch gleichgültig, da alle Proteinverbindungen die Eigenschaft haben, unter solchen Umständen, wo sich Stoffwechsel in den Pflanzen zeigt, zersetzt und in neue Körper verwandelt zu werden. Diese Substanz wird wahrscheinlich nur in den Fibrillen bereitet. Gewiß ist wenigstens, daß sie da bereitet wird, denn sie wird daselbst gefunden. Daß die Pflanzenalkalien, das Chlorophyll und die anderen Stickstoff enthaltenden Körper ihren Stickstoff aus diesem Protein erhalten, ist ebenso wahrscheinlich, als daß das Chondrin und der Leim bei den Thieren ihren Stickstoff aus dem Protein empfangen. Diese Materie muß ferner überall, wo sie durch ihre Zersetzung die Ursache von Wirksamkeit wird, an Menge abnehmen, indem aus ihren Bestandtheilen Ammoniaksalze entstehen oder Ammoniak frei wird. (Man sehe Pflanzenausdünstung.)

Payen *) fand die stickstoffhaltige Substanz überall in den Pflanzen, nur in sehr verschiedener Quantität. Bei der Abhandlung der Formbestandtheile der Pflanzen (7. Cap.) haben wir sie ebenfalls vielfach angetroffen und außerdem wissen wir, daß sie sehr häufig als Zelleninhalt angetroffen wird. Dieses allgemeine Vorkommen deutet auf eine allgemeine Function derselben, und diese kann, abgesehen von derjenigen, welche in dem Samen und in anderen Theilen zurückbleibt, keine andere sein, als eine Ursache von Stoffwechsel darzubieten.

Es verdient eine besondere Berücksichtigung, daß die stickstoffhaltige Substanz an den Spitzen der Wurzelfasern bereitet und an anderen Orten wieder verbraucht wird. In dieser Hinsicht stehen die Wurzelfaserzellen den übrigen Pflanzenzellen gerade gegenüber nud sie verdienen deshalb eine besondere Erwägung.

Sind diese Wurzelfasern so ganz und gar eigenthümliche Organe? Keinenfalls sind sie das, sie sind auch nur Zellengruppen, in welchen, so weit es die Form anlangt, nichts Besonderes zu bemerken ist. Aber sie stehen unter ganz anderen Verhältnissen, und durch diese sind sie den übrigen Pflanzenzellen gerade gegenüber gestellt. Der Inhalt der Fibrillzellen ist im Zustande von Umsetzung begriffen und wird mit gleichfalls im Zustande von Umsetzung begriffenen Stoffen gemengt, welche aus dem Boden in dieselben treten, und es müssen durch diese Vermengung nothwendig Stoffe zum Vorschein kommen, welche nirgends weiter in den Pflanzen bereitet werden können, weil dieselben Bedingungen in keinem andern Pflanzentheile statthaben können. Da nur an den äußersten Wurzelenden Protein gefunden ist, und dieses nirgends woher herzugeführt sein kann, so muß dieses unmittelbar aus den organischen Ammoniaksalzen des Bodens gebildet

*) Mém. sur les développements de végétaux, p. 17.

sein. Aus diesem Grunde nannte ich die organischen Stoffe des Bodens ihm entbehrliche Stoffe.

Von hier aus wird das Protein durch die ganze Pflanze hindurchgeführt, aber nicht ohne hier oder da verändert und in seiner Menge vermindert zu werden, und zur Bildung neuer Producte die Veranlassung zu geben. Zum Theil wird es in einem im Wasser löslichen Zustande unverändert nach den Spitzen der Pflanzen, um daselbst in den Blättern oder den Früchten niedergelegt zu werden, fortgeführt, zum Theil wird es umgesetzt und in neue Producte verwandelt. So wohl der Saft aus Gurken, als die durch Ausspühlen eines Fliederzweiges mit Wasser erhaltene Flüssigkeit ließ Payen die Anwesenheit stickstoffhaltiger Materien erkennen. Es gaben ferner der Saft von einem Eichenzweige, vom Feigenbaum, von einem Lindenbaum, von einer Pappel und viele andere Ammoniak bei der trockenen Destillation. Es ist zu beklagen, daß Payen nicht näher untersucht hat, welcher stickstoffhaltige Körper es ist, denn daß dieses nicht überall derselbe ist, ist klar. Seine Versuche geben hierüber keinen Aufschluß. Die Anwesenheit des Proteins in allen Pflanzentheilen berechtigt uns, einen Theil des von Payen erhaltenen Ammoniaks daraus abzuleiten; ich fand es niemals abwesend.

Daß in einer Pflanze viel mehr von dieser stickstoffhaltenden Substanz vorkommt, als in der andern, ist bekannt. Die Coniferen enthalten wenig, die Gramineen viel. Unter den im Haushalte gebräuchlichen Pflanzen sind die Kohlarten diejenigen Gewächse, welche am meisten Eiweiß enthalten, weshalb sie, wie das Getreide, besonders wichtige Nahrungsmittel sind. Der Saft von Savoyer Kohl giebt beim Aufkochen eine beträchtliche Menge von coagulirtem Eiweiß; aber ein jeder frischer Pflanzensaft liefert dieses in größerem oder geringerem Maße. Diesem Gehalte der Pflanzen an stickstoffhaltenden Stoffen muß den Stickstoffgehalt des Bodens entsprechen; die stickstoffreichen Pflanzen bedürfen deshalb

eines solchen Düngers, der an organischen Ammoniaksalzen reich ist.

Wenn es nun gegenwärtig überhaupt noch nicht gewiß ist, daß der Eiweißstoff der einzige ist, welcher, indem er sich in einem Umsetzungszustande befindet, als Ursache der Thätigkeit in den Pflanzen zu betrachten ist, so ist es wenigstens gewiß, daß derselbe eine Hauptrolle dabei mitspielt. Es ist damit nicht im Widerstreit, daß er in den Pflanzen nicht zugleich gebildet und zersetzt werden könne. Geschähe dieses in denselben Zellenreihen, so wäre ein Widerstreit vorhanden, da dieser aber in den äußersten Wurzelfasern gebildet wird, so kann er sehr wohl an einem andern Orte wieder zersetzt werden.

Es mag genügen, daß wir den folgenden Satz festhalten: Es giebt im Pflanzenreiche einen allgemein verbreiteten Stoff, welcher in den Wurzelenden bereitet und theilweise in den Pflanzen zersetzt und hierdurch zur Ursache eines Stoffwechsels in den Pflanzen wird.

Es ist ferner zur Erklärung der Erscheinungen des Pflanzenreichs noch ein Stoff unentbehrlich, derjenige nämlich, welcher die verschiedenen Reductionserscheinungen, von phosphorsauren, schwefelsauren Salzen und Metallverbindungen veranlaßt und Kohlensäure entbindet (S. 755). Es ist möglich, daß die Ursache hiervon mehreren Stoffen zugeschrieben werden muß, aber man sieht auch, daß ein einziger genügen würde. Kennten wir einen einzigen Stoff, welcher die organischen Elemente ebenso zu einem Abtreten von Sauerstoff veranlaßte, als erhöhte Wärme die Elemente fähig macht, sich mit demselben zu verbinden, so wäre damit ein bedeutender Schritt vorwärts gethan. Aber einen solchen Stoff kennen wir nur vermuthungsweise. Ich meine nämlich, daß der von Scheele entdeckte Seifenstoff (Zeepstoffe) *) unsere Auf-

*) Ich betrachte ihn nur als eine einzelne organische Gruppe, wennschon es nicht ausgemacht ist, daß man in demselben nicht mehrere Stoffe findet.

merksamkeit verdiene. Es ist ein erstens allgemein verbreiteter und zweitens ein langsam veränderlicher, allmälig Sauerstoff aufnehmender Stoff, und gehört ohne Zweifel zu denjenigen Pflanzenstoffen, welche die mannigfaltigsten Erscheinungen von Desoxydation zu Wege bringen können.

Ob es nun gerade dieser Körper ist oder nicht, so muß ein solcher doch von der Art sein, daß er sich von den Wurzelfasern aus, welche ihn wie das Protein bilden, überall in die Pflanze verbreitet, und seinen eigenen Zustand auf Alles überträgt, was damit in Berührung kommt, mithin Alles in einen solchen Zustand versetzt, Sauerstoff in Freiheit zu setzen, den Sauerstoff selbst aber in den Zustand, sich frei zu machen.

Daß ein Körper dieser Art nicht aus der durch die Blätter aufgenommenen Nahrung, nicht aus der sauerstoffreichen Kohlensäure entstehen kann, liegt auf der Hand. Er kann lediglich aus der aus dem Boden aufgenommenen organischen Nahrung gebildet sein, in der Wurzel bereitet und von hier aus weiter fortgeführt, und durch die ganze Pflanze verbreitet.

Es ist eine wichtige Frage, welcher Stoff dieses ist; mag er aber auch heißen, wie er will, wir kennen seinen Hauptcharakter vollkommen, und dieser besteht darin, den Sauerstoff, ebenso den Kohlenstoff, Wasserstoff und den Stickstoff in ihrem Bestreben, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden, oder mit demselben verbunden zu bleiben, zu lähmen.

Insofern aber, als das Protein in den Pflanzen bereitet wird und zum Theil zur Erregung eines Stoffwechsels verbraucht wird, insofern auch jener Stoff in den Pflanzen bereitet und zum Theil dazu verbraucht wird, in den Materien eine Neigung zur Desoxydation hervorzurufen, kann man fragen, wozu ist denn in den Pflanzen Protein und Seifenstoff gebildet? Ich will versuchen, Ersteres näher zu beleuchten.

Ist das Protein einmal im Zustande des Entstehens in den Fasern vorhanden, und wird es aus ulminsaurem, huminsaurem, geinsaurem, quellsaurem und quellsatzsaurem Ammoniak der Dammerde gebildet, so läßt sich das Fortdauern dieses Werdens durch sich selbst ebenso gut denken, als das Fortdauern des Wirkens der Natur in und durch sich selbst überhaupt. Ich gebrauche als Beispiel wiederum die Gährung, weil sie einen Zwischenzustand zwischen Tod und Leben einnimmt. Sobald eine einzelne Hefenzelle in einer gährenden Flüssigkeit entstanden ist, so ist der Weg zu mehreren und unzähligen damit geöffnet. Erzeugt nun das Eine das Andere? Wir sahen (S. 82), daß organische Wesen nicht erzeugen. Die Umstände, welche das erste Gährungszellchen gebildet haben, wurden unterstützt und unterhalten von und in der Erzeugung; das Entstehen einer zweiten Zelle ist eine unmittelbare Folge der Fortdauer dieser Umstände und ebenso kommt auch aus dem anwesenden Material die letzte Gährungszelle zu Stande. Unterstützt aber eine Hefenzelle unter günstigen Umständen die Entstehung in zwei oder in vielen Richtungen, so müssen die in diesen Richtungen vorhandenen Stoffe zu gleicher Zeit afficirt werden und es müssen auf ein Hefenkügelchen bald zwei oder viele in kurzer Zeit folgen. Endlich müssen einige derselben die Umstände in demselben Sinne richten und davon muß eine schnell zunehmende Vermehrung der Zellen die unmittelbare Folge sein.

Uebertragen wir diese Verhältnisse von der Gährung auf die Zellen der Fibrillen, so haben wir wenigstens eine Vorstellung von der Entstehung des Proteins. Diese fällt jedenfalls mit der Entstehung der Zellen der Fibrillen selbst zusammen und findet wie die Zellen ihre Stoffe in den organischen Salzen des Bodens, mit den unorganischen Salzen des Bodens ebenso gemengt, als die Hefenzellen ihre Stoffe in der Zucker haltenden Flüssigkeit mit Eiweiß und Dextrin gemengt finden.

Was die Art und Weise, auf welche die Kohlensäure, welche von den Pflanzen aufgenommen wird, mit in den Kreis des Stoffwechsels geräth, betrifft, so ist uns darüber nichts bekannt. Es ist die Thatsache, daß Kohlensäure von den Pflanzen zersetzt wird, und daß dadurch Stoffe in den Pflanzen gebildet werden müssen, schon lange bekannt. Und wenn schon es Ingenhous bereits angegeben hatte, so hat es Liebig zuerst den Physiologen zur Anschauung gebracht, so daß es berücksichtigt wurde. Mehr aber, als diese allgemeine Erkenntniß, daß die organischen Bestandtheile des Bodens nicht zureichend sind und daß aus diesem Grunde die Pflanzen Nahrungsstoffe für ihr Wachsthum aus der Luft nehmen müssen, und daß sie aus dieser nichts Anderes als Wasser, Kohlensäure und Sauerstoff (und Stickstoff) nehmen können, ist damit auch nicht zu Tage gefördert. Ich halte dieses für einen sehr wichtigen Dienst, welchen Liebig der Wissenschaft geleistet hat, daß er diese bekannten Thatsachen zum klaren Bewußtsein gebracht hat.

Wie die Kohlensäure in den Pflanzen verändert wird, und wodurch sie eine Veränderung erleidet, ist, sagte ich, unbekannt. Indessen kann man doch eine allgemeine Vorstellung davon geben. Für den gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft mag man sich die Sache umgekehrt vorstellen, wie poröse unorganische Körper, als Bimstein, Platinspäne bei einer einigermaßen erhöhten Temperatur auf Weinsäure, Citronensäure, Oel, Butter und andere Stoffe einwirken. (Reiset und Millon, in Ann. de Chim. et de Phys. Juill. 1843. p. 180). Sie zerfallen, wie wir uns ausdrücken, durch einen chemischen Impuls, welchen das Platin oder der Bimstein bei einer gewissen Temperatur ausübt, in Kohlensäure und Wasser, mit anderen Worten, es ist diese Wirkung Katalyse (Siehe S. 33). Olivenöl erleidet diese Zersetzung schon bei 80° und Butter bei 90°. Manche Pflanzenstoffe scheinen nun gerade das Umgekehrte zu thun. Wäh-

rend wässrige Kohlensäure von den Wurzeln der Pflanzen aufgesogen wurde, lassen die Blätter keine Kohlensäure ausströmen, sondern Sauerstoff. Die Kohlensäure, welche von den Blättern aufgenommen wird, verwandelt sich unter denselben Einflüssen in Pflanzenstoffe.

An diesen Thatsachen kann man nicht zweifeln; aber weiter sind wir nicht gekommen, und da man die Wissenschaft in einzelne Theile, wenn sie befriedigen soll, abtheilen muß, so müssen wir bekennen, daß wir hierin noch in völliger Unkenntniß uns befinden.

Ich kann indessen meine Verwunderung über die Zufriedenheit nicht verbergen, welche man einerseits über die Kenntnisse, die wir von anderen noch zu wenig aufgeklärten Erscheinungen haben, zeigt, und über die Anforderungen, die man an unser Wissen vom Leben richtet. Die Gährung hält man insoweit für gut erklärt, als die Gährung den Zucker in Weingeist und Kohlensäure zerlegt. Verstehen wir nun diese Scheidung? Wir müssen bekennen: auf keinen Fall; allein wir erkennen sie, insofern wir sie sehen.

Wenn wir nun nicht eine Trennung, sondern eine Vereinigung von Weingeist und Kohlensäure zu Zucker unter dem Einflusse eines anderen Stoffes zu Stande kommen sähen, sollten wir dieselbe weniger begreifen? Nothwendig, denn wir können nicht weniger als nicht begreifen.

Lassen wir indessen das Begreifen außerhalb unserer Forderungen, da wir doch keine Wirkung der Natur so tief durchdringen, daß wir einen reinen und vollkommenen Begriff davon bekommen; begnügen wir uns damit, unserer Vorstellung ein gewisses Bild davon zu geben, so ist uns diese Vorstellung von eben so viel Werth, ob wir zum Weingeist die Kohlensäure, zum Zucker addiren oder vom Zucker die Kohlensäure abziehen.

$$\begin{array}{ccc} C^{12}\,H^{24}\,O^{12} & \qquad & C^{8}\,H^{24}\,O^{4} \\ C^{4}\qquad O^{8} & & C^{4}\qquad O^{8} \\ \hline C^{8}\,H^{24}\,O^{4} & & C^{12}\,H^{24}\,O^{12} \end{array}$$

Die Pflanzenchemie hat nun noch nachzuweisen, in welchem Kreise von Stoffen die Kohlensäure aufgenommen und mit welchen Gruppen sie in den Pflanzen zu zusammengesetzteren verbunden wird.

Es ist schon durch ältere Versuche von Ingenhous und Anderen bewiesen und durch alle späteren Versuche bestätigt, daß die Kohlensäure nicht im Dunkeln, sondern unter dem Einflusse des Sonnenlichts zersetzt wird, daß nicht im Dunkeln sondern im Sonnenlichte Sauerstoff durch die Blätter und andere grüne Theile der Pflanzen abgeschieden wird.

Daraus ergeben sich zwei wichtige Schlüsse: 1) Daß allein diejenigen Pflanzentheile, welche entweder dünn oder durchscheinend sind, die Zersetzung der Kohlensäure bewerkstelligen, und daß es deshalb vorzugsweise die Blätter sind, in welchen diese Zersetzung geschieht. 2) Daß die Kohlensäure, welche durch die Wurzeln eindringt, weil sie im Innern der Pflanzen dem Lichte unzugänglich ist, auch nicht an diesem Orte zersetzt, sondern außer derjenigen, welche in der Nähe der Oberfläche der Stengel dem Lichte ausgesetzt ist, nach den Blättern aufsteigen muß, um zersetzt zu werden.

Die desoxydirenden Stoffe, welche die Kohlensäure unter dem Einflusse des Lichts zersetzen, können ohne Einwirkung des Lichts sehr wohl andere Desoxydationserscheinungen zu Wege bringen und von sauerstoffreicheren sauerstoffärmere bereiten.

Wir dürfen daher die folgenden Regeln aufstellen:

a) Wir kennen keinen einzigen Pflanzenstoff weiter, der so viel Kohlenstoff enthielte, als die Kohlensäure; es giebt im Gegentheil viele sauerstofffreie Körper. Es

muß daher ein Streben nach einer Desoxydation in den Pflanzen sein.

b) Die aufgenommene Kohlensäure giebt aus sich selbst keine Verbindungen weiter, sondern sie bedarf dazu anderer Körper.

c) Daß Wasser allein dazu genügen sollte, ist als unwahrscheinlich zu betrachten.

d) Eine kleine Menge bereiteter Bestandtheile vom Boden ist für die Pflanzen unentbehrlich; vielleicht geht von diesen Stoffen die erste Wirkung auf die Kohlensäure aus, um derselben Sauerstoff zu entziehen.

e) Auf die Weise, wie beim Erhitzen die Oxydirbarkeit befördert wird, so wird durch Pflanzenwachsthum Desoxydation befördert. Auf gleiche Weise wie Oxydation in gewissen Körpen Oxydation hervorruft, so geschieht dieses auch bei der Desoxydation.

f) Kennten wir daher im Pflanzenreiche einen allgemein in demselben verbreiteten, im Zellensaft aufgelösten Stoff, welcher an und für sich in der Weise, wie Schwefelkalium in einer steten Oxydation sich befindet, umgekehrt in einem stets desoxydirendem Zustande sich befände, so wäre damit die allgemeine Neigung der Pflanzen zum Desoxydiren erklärt; bis jetzt kennen wir einen solchen Stoff nicht.

g) Von welchen Stoffen nun gerade die desoxydirenden Wirkungen ursprünglich ausgehen, so sprechen die Erscheinungen sehr für die Metallsalze, welche zu Metall oder in eine niedere Oxydationsstufe reducirt werden (S. 677), für die Erzeugung von fetten oder flüchtigen Oelen oder das Ausstoßen von Sauerstoff selbst durch die grünen Pflanzentheile.

h) In Organen als solchen suchen wir die Wirkung nicht, sondern in Stoffen, welche in den Pflanzen vorhanden sind; alle Erzeugnisse der Pflanzen mögen sie eine

Form angenommen haben oder nicht, sind durch Wirkung von Stoffen auf Stoffe entstanden.

Aus der Art und Zusammensetzung sehr vieler allgemeiner, allen oder den meisten Pflanzen eigener Stoffe folgt von selbst, daß die Nahrung der meisten Pflanzen am gewöhnlichsten dieselben Umsetzungen erleiden müsse, wenn daraus die allgemeinen Stoffe sollen gebildet werden. Die Cellulose, der Eiweißstoff, der Pflanzenschleim, die Stärke, das Chlorophyll, die die Cellulose incrustirenden Stoffe und viele andere noch außer diesen fehlen den Pflanzen selten. Die Natur ist allerdings wohl in ihren Modificationen zusammengesetzt, aber in ihren Grundlagen ist sie einfach. Das Thierreich ist wie das Pflanzenreich aus wenigen Hauptstoffen gebildet. S. Cap. VII. Eben deshalb aber ist es schwierig, die große Verschiedenheit der besonderen Erzeugnisse zu verfolgen, bei der großen Menge allgemeiner Grundstoffe, wodurch das Ganze zu Stande kommt. Die Masse von einem Eichenzweig ist incrustirte Cellulose, wie die eines Fichtenzweiges und doch enthält der erste, wenn er auch in unmittelbarer Nähe neben dem zweiten steht, Gerbsäure, während der zweite mit flüchtigen Oelen und daraus durch Oxydation entstandenen Harzen durchdrungen ist. Aus derselben Nahrung entstehen entweder dieselben oder verschiedene Stoffe, was auf keine andere Weise, als durch Verschiedenheit in der Zusammensetzung der scheinbar gleichartigen Masse geschehen kann, oder besser von einer Verschiedenheit in der Zusammensetzung abgeleitet werden muß, von, wenn auch nur sehr kleinen, Mengen einiger Stoffe, die in den Samen vorhanden sind, und durch welche, bei großer Gleichförmigkeit in den Producten, doch vom Anfange der Entwickelung an eine gewisse Verschiedenheit in der Form und den Erzeugnissen zu Stande kommt, welche, nachdem sie einmal entstanden sind, die ganze Lebenszeit der Pflanzen hindurch fortdauern und sich auf das folgende Geschlecht mit fortpflanzen,

indem von denselben Pflanzen dieselben Samen mit ihren unveränderlichen Stoffen entstehen. Das bloße Resultat chemischer Analysen, welches verschiedene Holzarten einander nähert, oder der Umstand, daß die Cellulose aus verschiedenen Geweben, nachdem wir sie mit verschiedenen Lösungsmitteln behandelt haben, stets dieselbe ist, lehrt uns nichts über die wahre Zusammensetzung dieser activen Stoffe und über die Art und Weise, wie sie auf die organischen Gebilde einwirken oder sie zu Stande bringen. Solche chemische Untersuchungen reichen nicht hin, um eine Function zu erklären, und lehren uns, wie mangelhaft diese Naturwissenschaft noch ist.

In den Veränderungen, welche die chemischen Körper erleiden, aus denen das Pflanzenreich und das Thierreich zusammengesetzt ist, übersehen wir zu viel von dem, was vorgehen muß, insofern sie, ohne durch äußere Ursachen afficirt zu sein, einfacher Weise einige Zeit mit einander in Berührung sind. Bei den Pflanzen sehen wir verdünnte Auflösungen von Stoffen Monate oder Jahre lang in geschlossenen häutigen Säckchen verbleiben, bei den Thieren wieder ein anderes Gemenge in Röhren eingeschlossen herumströmen; in den Pflanzen sehen wir die Stoffe den Einflüssen des Dunstkreises im Sommer einer hohen Temperatur preisgegeben, bei den Thieren sehen wir sie einer, jeder Thierart constanten Wärme unterworfen.

Was geschieht nun, wenn wir einen Pflanzensaft der Sonnenwärme, oder Blut von einem Menschen einer Wärme von 37,5° aussetzen?

Weit davon entfernt, in der chemischen Umsetzung, welche die in den beiden Flüssigkeiten aufgelös'ten Stoffe erleiden, die einzige Quelle einer Lebensthätigkeit zu suchen, da die festen Bestandtheile des Organismus gleichfalls mit umgesetzt werden, so bin ich doch der Ansicht, daß darin eine sehr wichtige Quelle von Lebensthätigkeit gesucht werden muß. Außer-

halb des Thieres würden die im Blute aufgelös'ten Bestandtheile sehr bald zersetzt werden in Folge der den Molecülen, aus welchen sie bestehen, einwohnenden Kräfte. Diese Zersetzung muß durch Wärme erweckt und durch die Luft unterstützt werden, und erst dann ihre Grenzen finden, wenn Alles, was darin als organischer Bestandtheil zu betrachten ist, in Kohlensäure, Wasser und Ammoniak verwandelt ist. Bevor aber diese letzten Produkte entstehen, müssen unzählig viele Zwischenstufen durchlaufen werden; die Buttersäure, welche aus Fibrin entsteht, wenn man dieses an die Luft stellt, kann unter den vielen Körpern der Art als Beispiel dienen. (Wurtz, Journ. de Pharm. et de Chim. Août 1844. p. 111).

Einentheils müssen im Thierreich dieselben, anderentheils andere Stoffe als außerhalb des Thierkörpers aus den Bestandtheilen des Bluts entstehen. Indem das Blut in einem geschlossenen Gefäßsystem bei einer Temperatur von 37,5° und in den Lungen mit Luft in Berührung kommend im Kreise herumströmt, muß alles, was fähig ist, umgesetzt zu werden, in den Zustand einer Umsetzung gebracht werden, und wenn dieser Zustand einmal angenommen ist, so muß er fortdauern. Das im Zustande einer chemischen Zersetzung sich befindende Blut strömt als Nahrungssaft aus den Capillargefäßen und stößt auf Gewebe, welche gleichfalls auf 37,5° erwärmt, und im feuchten und mithin in Zersetzung begriffenem Zustande sich befinden. Fleisch aber, welches nur wenige Tage lang einer Temperatur von 37,5° und der Luft ausgesetzt wurde, geht in Zersetzung über. Ebenso hat auch im thierischen Körper eine Zersetzung der Muskelfasern und aller übrigen Bestandtheile statt, wennschon diese ganz anders als außerhalb des Thierreiches sein mögen. Auf diese Weise kommt dann zersetzt werdendes Blut mit in Zersetzung begriffenen Geweben in Berührung und es entsteht dadurch eine wechselseitige Zurückwirkung, die auf neue Veränderungen beider hinausläuft.

Es ist recht zu beklagen, daß man so lange Jahre hindurch einen Gegensatz zwischen der sogenannten leblosen Natur und der belebten gemacht hat. Bei vielen Verschiedenheiten in den Erzeugnissen sind auch wiederum viele gleiche Verhältnisse unter den Veränderungen, welche in und außerhalb des organischen Körpers vor sich gehen. Und wie groß auch die Verschiedenheit sein möge, die Grundursache der Zersetzung innerhalb und außerhalb des organischen Körpers ist stets dieselbe, diese ist in den, den Elementen einwohnenden Kräften begründet, aus denen sie zusammengesetzt sind.

Es ist nur noch die Frage, in wiefern die Umstände verschieden sind, denen dieselben Stoffe ausgesetzt sind. Bei vollkommener Ruhe entstehen aus organischen Stoffen bei einer gewissen Temperatur und Feuchtigkeit Produkte, welche wir bald Gährungsprodukte, bald Verwesungsprodukte oder Produkte faulender Zersetzung nennen; bei Bewegung in einem Systeme von Röhren, in Berührung mit andern Körpern, entstehen wieder andere Erzeugnisse; allein nicht in der Art andere, weil die Zersetzungsweise sich änderte, sondern nur weil die Umstände, unter welchen die Zersetzung stattfand, andere sind. In stillstehenden Wässern und in den Eingeweiden der Thiere bilden sich aus organischen Körpern mit schwefelsauren Salzen dieselben gasförmigen Produkte, Schwefelwasserstoff, Wasserstoff, Kohlensäure, Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas, es verschwindet der Sauerstoff der anwesenden Luft, und es bleibt Stickgas übrig.

In dem Blute, welches durch den thierischen Körper strömt, sind die Umstände ganz und gar verschieden und die Zersetzungen sind deshalb auch anderer Art. Aber eine Zersetzung findet dennoch in Folge derselben Ursachen statt, welche in stillstehenden Wässern oder den Eingeweiden der Säugethiere die so eben genannten Gase entwickeln.

Der Einfluß der Wärme auf die Veränderung der chemischen Kräfte der Grundstoffe und also auch auf die Modi-

ficationen der Zusammensetzungen, ist unbegränzt. Die trockene Destillation lehrt uns, was wir für verschiedene Körper aus denselben Grundstoffen bei verschiedenen Temperaturen hervorbringen können.

Dasselbe gilt für den thierischen Körper. In der Leber und in dem Darmkanal muß ein anderer Einfluß der Wärme auf die Bestandtheile des Blutes wirken, weil sie eine constante Temperatur haben, als in der Haut, wo die Temperatur immer wechselt. Die Verschiedenheit beider unter einander wirkt auf den ganzen Organismus zurück, denn das überall eindringende System von Blutgefäßen bringt alles unter einander in Verbindung.

Von einem ähnlichen Einfluß ist auch die Temperaturverschiedenheit bei den verschiedenen Thierklassen, und so wie die Wärme einentheils eine Folge ist von chemischem Stoffwechsel, so bedingt sie auch wiederum einen Stoffwechsel. Die Zersetzungsprodukte des Blutes von Reptilien unterscheiden sich aus dem Grunde — andere unberücksichtigt gelassen — von denen der Vögel und Säugethiere, weil die Wärme in denselben verschieden ist.

Im Pflanzenreiche ist das Band der verschiedenen Theile viel schwächer, weil keine Circulation durch ein Centralorgan besteht. Allein wir erkennen doch in demselben dieselben Grundursachen von Wirkungen, wie bei den Thieren, nämlich einen ununterbrochenen Stoffwechsel, sobald nur die Wärme der Elemente, woraus die zusammengesetzten Stoffe bestehen, dazu Veranlassung giebt. Ein Pflanzensaft, welcher außerhalb der Pflanzenzellen in Gährung geräth, kann innerhalb der Pflanzen nie in Ruhe sein. Dieselben Bestandtheile sind auch in der Pflanze in einem Wechsel begriffen, nur in einer anderen Weise, weil die Umstände verschieden sind, unter welchen diese Umsetzung statt hat. Eine niedrige Temperatur verlangsamt die Gährung und andere Pflanzenfunctionen; Sommerwärme ruft beide ins Leben. Und ebenso wie die

Circulation bei den Thieren mittelst des Herzens in Bewegung gesetzt eine Gleichförmigkeit in den Erzeugnissen hervorruft, eine Einfachheit in den Absonderungen zeigt, so ist gerade der Mangel einer solchen Circulation der Pflanzenflüssigkeiten die Ursache der Entstehung der unbegrenzten Verschiedenheiten, welche wir in dem Pflanzenreiche antreffen. Ueberall wird der allgemeine Nahrungssaft dem Einflusse des übrigen entzogen und, gleichsam in einzelne Behälter eingeschlossen, besonderen Einflüssen unterworfen, und muß einen besonderen Stoffwechsel eingehen, welcher schließlich in der Production eigenthümlicher Stoffe zur Erscheinung wird.

Außer den Mischungen von verschiedenen Stoffen in den Pflanzenzellen, welche mit einander in den verschiedenen Zellen in Berührung kommen und zu Stoffwechsel Veranlassung geben müssen, außer der Sonnenwärme, die mit der Temperatur einer Digestion verglichen werden kann, ist noch eine bedeutsame Quelle von chemischer Thätigkeit der Stoffe, welche in den Pflanzenzellen in einem auflöslichen Zustande eingeschlossen sind, vorhanden; es ist diese das Licht, welches die Pflanzen bescheint. Die anorganische Chemie kann Beispiele von Verbindungen einfacherer Stoffe zu zusammengesetzten anführen, welche bloß durch das Licht bewirkt werden. $Cl^2$ und $H^2$ verbinden sich nämlich durch den Einfluß des Lichtes zu $Cl^2 H^2$ und wenn wir daher Kohlensäure und Wasser in den Blättern unter dem Einflusse des Lichtes, Sauerstoff abgeben sehen und neue Körper, z. B. Wachs u. s. w. entstehen sehen, so ist dieses eine Wirkungsweise, welche sich an die beim Chlor und Wasserstoff anschließt. Das Licht ist also ein kräftiges Erregungsmittel chemischer Thätigkeiten in den Pflanzen, eine Quelle von Umsetzungen der vielfachsten Art, eine Ursache von wichtigen Verrichtungen des Pflanzenreichs.

Daß aber das Licht nur in den dünnen oder durchscheinenden Theilen der Pflanzen einen Einfluß ausüben kann,

ist bereits bemerkt. Wenn aber unter dem Einflusse des Lichtes an bestimmten Orten eigenthümliche Stoffe entstanden sind, so werden diese leicht durch endosmotisches Weiterführen nach anderen Pflanzentheilen hin fortgeführt, um daselbst neuen Stoffwechsel zu veranlassen.

Es ist eine besondere Art des Stoffwechsels in den Pflanzen, welche ohne Zweifel dem Zusammenfluß von vielen kleinen Ursachen, durch Verschiedenheit der Temperatur und des Lichts, der Abdunstung oder des endesmotischen Wechsels zugeschrieben werden muß, welche aber, wie sie auch entstanden sein mag, als eine sehr bedeutende Quelle eines Stoffwechsels erscheint: es ist dieses die sogenannte Brown'sche Molecülarbewegung.

Es ist eine sehr merkwürdige Erscheinung, wie in einem klaren Zelleninhalte darin vorhandene Molecüle in einer unaufhörlichen Bewegung sind, einander anziehen und abstoßen, sich um einander drehen und mitunter in regelmäßigen Richtungen sich an den Zellenwänden fortbewegen, die Erscheinung fesselt im höchsten Grade, man kann sich daran kaum satt sehen.

Die fortdauernde Bewegung nun, in welcher natürlich alle Theile des Zelleninhaltes ebenso sich befinden, als man die sichtbaren in Bewegung sieht, muß auf den Stoffwechsel den kräftigsten Einfluß ausüben; sie überwindet die Trägheit der Molecüle und bringt die am ungleichartigsten mit einander in Berührung.

So wie nun die Bewegung die Ursachen des Stoffwechsels vermehrt, so kann sie auch überall, wo sie in einem Zelleninhalt besteht, theilweise die Folge eines Stoffwechsels sein.

Ein einfacher Blick auf das, was im Pflanzenreiche vorgeht, zerlegt uns die Pflanzenkörper unmittelbar in zwei Klassen, solche, welche verändert werden, und solche, welche zwar auch verändert sind, aber keine Veränderung ferner

eingehen. Diesen Unterschied halte ich für sehr wichtig. Außer den sogenannten ab- oder ausgeschiedenen Stoffen sind sehr viele und namentlich diejenigen, welche die Hauptmasse der festen Pflanzentheile ausmachen, die keine Veränderung weiter erleiden, so bald sie einmal zu Stande gekommen sind. Dahin gehört das ganze Holzgewebe, derjenige Körper, welcher die Wände verdickt und nicht weiter chemisch verändert wird.

Dadurch sind die Pflanzen mithin sehr wesentlich von den Thieren verschieden, deren Formbestandtheile mit Ausnahme des Hornes für die Dauer der ganzen Lebenszeit in größerem oder geringerem Maaße in einem fort erneuert werden, während bei den Pflanzen eine Erneuerung bei den meisten Formbestandtheilen nicht statt hat. In diesem Sinne kann man nicht sagen, daß das fertig gebildete Holz lebe, denn es kömmt keinerlei Erneuerung darin vor, es bleibt in demjenigen Zustande, worin es ist, und zeigt deshalb keine Verwesung oder Fäulniß, weil es denjenigen Einflüssen, welche diese hervorbringen könnten, entzogen ist. Ebenso kann man den Epidermiszellen, der Cuticula, ja selbst fertig gebildeten Zellen aus reiner Cellulose kein Leben zuschreiben, weil aller Stoffwechsel darin aufgehört hat. Es ist eine Art des Bestehens, so wie das der Haare und Nägel bei den Thieren. Die Menge der dahin gehörigen Pflanzentheile ist sehr groß und es ist mithin die Menge der Pflanzenstoffe, welche den Namen lebender Stoffe nicht verdienen, selbst wenn sie immerhin Flüssigkeiten hindurchlassen mögen und mit neuen Absonderungsschichten sich bedecken, sehr groß.

Diejenigen Stoffe, welche in den Pflanzen in einem Wechsel begriffen sind, sind dieses in sehr verschiedenem Maaße. Sie gehören entweder zu denjenigen, von welchen die Grundursache des Stoffwechsels ausgeht oder unterhalten wird; diese müssen in jedem Samen und in jedem lebenden Pflanzenorgane vorkommen; oder sie gehören zu denjenigen, welche durch die ersteren in Bewegung versetzt sind, und dieses sind

die Nahrungsstoffe und alles, was daraus gebildet wird, bis dahin, wo diese ein bestimmtes Ziel erreicht haben und zur Ruhe kommen. Ginge der Wechsel stets in einem fort, würden nicht gewisse Gruppen dem so kräftig wirkenden Desoxydationsbestreben entzogen, so würde sich das ganze Pflanzenreich in flüchtige, sauerstofffreie Oele auflösen.

So wie nun die Zersetzung, in welcher sich manche Pflanzenbestandtheile befinden, eine Folge der Anwesenheit solcher Stoffe ist, welche in eine chemische Veränderung versetzt sind, durch Licht oder durch Wärme und in dieselbe andere Stoffe mit verwickeln, so ist die Ruhe von den nicht mehr verändert werdenden eine Folge, 1) von der Abwesenheit solcher kräftiger, stets in ihren Bestandtheilen wechselnder Gruppen und 2) von dem Mangel an Wasser, durch dessen Vermittelung die Molecüle beweglich erhalten werden müssen und endlich 3) von einem solchen Gleichgewichtszustand der Elemente solcher Gruppen, welcher zu beständig ist, als daß er von störenden Einflüssen afficirt würde.

Um die Veränderungen, welche die Nahrung der Pflanzen erleidet, weiter zu verfolgen, kommen die folgenden Punkte in Betracht: 1) die Nahrungsmittel selbst; 2) die Art und Weise, wie sie von außen in die Pflanzen eindringen; 3) die Organe, durch welche sie sich fortbewegen; 4) die Art und Weise, wie die Fortbewegung geschieht; 5) die festen Stoffe, welche aus denselben abgeschieden und als Pflanzengewebe die festen Structurstoffe der Pflanzen wurden; 6) der flüssige Zelleninhalt und 7) die festen, tropfbarflüssigen und gasförmigen Stoffe, welche von den Pflanzen ausgeschieden werden.

Die beiden ersten Punkte sind in dem vorigen Capitel abgehandelt, was unter Nr. 3, 4, 5 und 6 gesagt ist, verdient jetzt noch weiter auseinandergesetzt zu werden.

## Pflanzenorgane, in welchen sich die Nahrungsstoffe bewegen.

Die Gefäße, in welchen sich alles, was zur Pflanzennahrung gehört, bewegt und durch welche die Fortleitung von einem Orte nach dem andern hin geschieht, sind die Zellen und Gefäße. Diese sind die Organe, in welchen die Veränderung der Nahrungsmittel geschehen muß.

### Zellen.

In Betreff der Veränderung der von außen aufgenommenen Stoffe theilen wir die Zellen ein: in dünnwandige und dickwandige, erstere bestehen aus bloßer Cellulose, letztere enthalten außer derselben noch andere Stoffe. Die dünnwandigen sind kleine häutige Säckchen, welche den Pflanzensaft mit seinem ganzen Inhalte in eine unzählige Menge kleiner Abtheilungen absondern. Sind sie entstanden, so üben sie entweder gar keinen oder nur einen sehr geringen Einfluß auf den Zelleninhalt aus, sie sind lediglich als unthätige, zur Aufnahme bestimmte Gefäße zu betrachten. Sie bestehen aus Cellulose, mit kleinen Mengen von Basen verbunden, und enthalten keine Spur von den Stickstoff haltenden Stoffen, welche eine Thätigkeit in andern Körpern erwecken können.

Ihre Function ist die von kleinen Behältern, um die Flüssigkeiten durch große Vertheilung nicht als eine einzige Materie beständig zu erhalten. Wäre eine Pflanze eine einzelne mit Flüssigkeit erfüllte Zellenblase, so müßte sich auch nur eine einzige Art des Stoffwechsels darin finden. Je größer die Anzahl von Zellen ist, welche ursprünglich mit derselben Flüssigkeit gefüllt sind, desto größer ist die Verschiedenheit im Stoffwechsel unter geringen Abänderungen der äußeren Einflüsse.

Denken wir uns die aus lauter einzelnen Zellen bestehende Pflanze einen Augenblick mit derselben Flüssigkeit gefüllt. Indem in den äußersten Wurzelenden Feuchtigkeit verdampft und feste Stoffe darin zurückbleiben, muß von da an eine Stoffverschiedenheit anfangen, welche einfach je nach der Verschiedenheit ihrer Höhe, verschiedene Erzeugnisse zur Folge haben. Von unten her wird stets eine verdünnte, wässerige Flüssigkeit herzugeführt, von oben verdampft Wasser. Die concentrirteren Pflanzensäfte müßten eine bedeutendere Umsetzung erleiden und eine größere Anzahl von verschiedenen Erzeugnissen hervorbringen. Diese Zellen sind nur häutige Säckchen, welche endosmotischen Wechsel vermitteln, je größer daher die Verschiedenheit in einzelnen Verdampfungen, desto größer ist die materielle Verschiedenheit, welche durch endosmotischen Austausch hergestellt wird.

Einzelne Zellenpflanzen enthalten nur solche Stoffe, welche aus dem Zelleninhalte durch Wirkung der Bestandtheile auf einander entstehen können, und sind als eine Reihe von kleinen Behältern anzusehen, welche mit Flüssigkeiten von verschiedener Art gefüllt sind, Behälter, welche ihren Inhalt in einander übergehen lassen und somit die Verschiedenheit nicht bloß unterhalten, sondern vergrößern. Alle neuen Stoffe in einer solchen Pflanze sind durch wechselseitige Einwirkungen der Bestandtheile des Zellensaftes auf einander entstanden.

Zwei Ursachen des Wechsels müssen hierbei in Anschlag gebracht werden. Von dem Samen, aus welchem sich die ersten Zellen einer solchen Pflanze entwickeln, wird derselben nicht bloß eine Reihe von Zellen, sondern zugleich auch ein wirksamer Inhalt dargeboten. Das heißt: Dies neue Pflänzchen, welches sich aus dem Samen entwickelt, erhält aus dem Samen in dem Zelleninhalt zugleich Stoffe, welche sich stets im Zustande von Zersetzung befinden, und diesen Zustand auf solche Körper, mit welchen sie in Berührung kommen, übertragen, und deren Thätigkeit erwecken. Diese Thätigkeit

wird in einem jeden Samen auf eine eigene Weise erregt, weil ein jeder in Zersetzung begriffener Stoff durch geringe Verschiedenheiten andere Erzeugnisse liefert, der Same läßt die Pflanze, aber die Pflanze auch den Samen entstehen, und so werden die Verschiedenheiten für eine jede Art unterhalten.

Nach der Verschiedenheit des Ortes und durch äußere Einflüsse unterstützt, ist auch die Bildung von neuen Stoffen verschieden. Wenn es also auch nur ein einziger Stoff ist, welcher die Thätigkeit erweckt, so können die Produkte dennoch sehr verschieden sein, weil ein und derselbe Stoff auf verschiedene Körper auch einen verschiedenen Einfluß ausübt, ebenso wie dieselbe Hitze verschiedene Körper auf verschiedene Weise angreift, oder Schwefelsäure mit verschiedenen Stoffen auch verschiedene Produkte liefert.

In einzelnen Zellenpflanzen ist noch eine andere Ursache zur Erzeugung neuer Stoffe in dem Zelleninhalt gegeben, eine Ursache, welche an und für sich abhängig ist von der Umsetzung eines Theiles des auflöslichen Eiweißstoffes. Diese ist die Entstehung von neuen Zellen. Die jungen Zellen entstehen aus dem Zelleninhalte, aus Dextrin, und diese Entstehung wird durch den Einfluß des auflöslichen Eiweißstoffes vermittelt. Die Gährungserscheinungen lehren uns dieses, und wennschon wir nicht wissen, weshalb das Dextrin unter dem Einflusse des auflöslichen Eiweißstoffes Bläschen bildet, so steht die Thatsache davon fest, und wir erkennen somit die Thatsache.

Wenn nun in einer sich entwickelnden Pflanze Dextrin in Cellulose umgesetzt und dieses durch den auflöslichen und in Zersetzung begriffenen Eiweißstoff vermittelt wird, so ist die Bildung der Cellulose ihrerseits wiederum Ursache des Stoffwechsels und eines gestörten chemischen Gleichgewichts, welches wiederum auf den Zelleninhalt zurückwirken kann, während außerdem durch eine jede neue Zelle eine große Menge von Stoffen aus dem auflöslichen Zustand in den

von festen Körpern übergeht und die Auflösung dadurch von den aufgelösten Bestandtheilen befreit wird: diese wird dadurch zum zweiten Male Ursache gestörten Gleichgewichtes unter den Bestandtheilen des Zelleninhaltes in dem Zellensaft.

Das Vorige möge in Bezug auf die dünnwandigen Zellen genügen, so weit es die Veränderung der aufgenommenen Pflanzennahrung anbetrifft. Die dickwandigen Zellen stellen die endlichen Pflanzengebilde in viel höherem Maaße dar, denn in dem Maaße, als mehr feste Stoffe als Zellenbestandtheile aus dem Zellensafte abgesondert werden, in demselben Maaße ist die fortdauernde Veränderung des Zellensaftes größer und wird dadurch dessen chemische Veränderung vorbereitet.

Aus dem Angeführten lernen wir, daß bei einem jeden eigenthümlichen System von Zellen der Pflanzen eine besondere Art des Stoffwechsels stattfinden kann und sogar stattfinden muß; daß durch eine jede Zellengruppe, möge sie auch durch Ursachen irgend welcher Art isolirt sein, eigenthümliche Wirkungen in dem Zelleninhalte, und wenn dieser auch durchgehends derselbe wäre, hervorgebracht werden müssen, welche in der Erzeugung eigenthümlicher Produkte ihre Grenze finden. Dieses ist es nun in der That, was die Erfahrung lehrt. Im Stamme der Dicotyledomen, in welchen die Organe an einander grenzen, findet eine ungleichmäßige Entwicklung der verschiedenen Theile, je nach ihrer Stellung statt. Von einer verschiedenen Entwicklung aber, welche ihrerseits wieder eine Folge von Verschiedenheit in dem Aufsteigen des Pflanzensaftes sein kann, ist eine Verschiedenheit des Zelleninhaltes, und hiermit wiederum eine Differenz der Produkte, untrennbar.

Noch mehr tritt dieses Verhältniß in den verschiedenen Organen der Pflanzen hervor. Die Staubgefäße und die Griffel können unmöglich dieselben Stoffe erzeugen, als die Blumenblätter, selbst wenn sie denselben Zelleninhalt aufnäh-

men, denn derselbe Zelleninhalt ist ganz anderen Bedingungen der Umstände unterworfen. Auf welches Organ wir auch die Aufmerksamkeit lenken, wir treffen überall eine solche Verschiedenheit der Umstände, daß, wenn auch nur ein und dasselbe Gemenge organischer und einer Umsetzung fähiger Stoffe in den verschiedenen Organen vorhanden wäre, dennoch die Verschiedenheit in der Erzeugung neuer Stoffe in einem genauen und innigen Zusammenhange mit den verschiedenen Umständen, unter welchen sich eine und dieselbe Flüssigkeit befindet, stehen oder lediglich von jenen abhängig sein muß. Umgekehrt muß von letzterem wiederum eine Verschiedenheit der Organisation zum Theil abhängig sein.

Ich sage zum Theil, denn für jetzt ist es unmöglich, mit größerer Bestimmtheit über die festen Formen, die wir im Pflanzenreiche im Inneren wie im Aeußeren bewundern, zu reden. Daß sie von der Materie, den Eigenschaften und Kräften, mit welchen die Materie vom Schöpfer ursprünglich begabt wurde, abhängig sind, versteht sich von selbst, allein es ist uns bis jetzt noch nicht verliehen, einzusehen, auf welche Weise.

Nur so viel sehen wir klar ein, daß gleichartige Stoffe unter anderen Verhältnissen andere Verbindungen eingehen, und in diesem einfachen Gesetze glauben wir eine Grundlage zu finden, welche uns bei der Betrachtung der Erzeugnisse des Pflanzenreichs leiten kann.

Aus dem Angegebenen geht nun auf das Deutlichste hervor, daß wir die chemischen Bestandtheile der Pflanzen, mögen sie nun zu dem Inhalt oder zu den Gefäßen selbst gehören, nicht als durch Werkzeuge gebildet ansehen können, was auch an und für sich kein klarer Begriff ist. Meistens ist der verschiedene Zelleninhalt das einzige Kennzeichen der Organe, was uns ein offenbarer Fingerzeig auf die Ursachen ist, durch welche der verschiedene Inhalt der Zellen zu Stande gekom-

men ist. Diese Ursachen können nämlich bloß von dem Zelleninhalte ausgehen: ein Wechsel der Theile untereinander, ohne daß ein einziger Bestandtheil der Wände darauf den allergeringsten Einfluß ausübte. Dann sind die Organe in dem Sinne, als man dieses durchgehends auffaßt, selbst bei dem verschiedensten Inhalte dennoch vollkommen dieselben.

In dem Falle aber, wo die Zusammensetzung aus verschiedenen Bestandtheilen der Wände oder die Gestalt der Zellen verschieden ist, oder wenn die Größe oder die gegenseitige Stellung verschieden ist, mag man die Organe verschieden nennen. Diese Umstände sind es, welche entweder einzeln oder in ihrer Gesammtheit die Ursachen eines verschiedenen Stoffwechsels im Zelleninhalte abgeben, sie bringen einen geringeren oder größeren Aufenthalt der in der wässrigen Flüssigkeit aufgelös'ten Theile, ein kürzeres oder längeres Verweilen in unmittelbarer Nachbarschaft mit sich und veranlassen in Folge dessen eine modificirte chemische Einwirkung der Materien auf einander.

Sie veranlassen hier eine stärkere Verdampfung des Wassers in dem Pflanzensafte, concentriren dadurch den übrigbleibenden Zelleninhalt und vergrößern dadurch die chemische Wirkung der aufgelös'ten Theile aufeinander. Sie vermitteln entweder ein Hinzutreten oder ein Austreten von einem oder von mehreren Stoffen und vergrößern dadurch die Möglichkeit eines chemischen Stoffwechsels. Mit einem Worte: was man bei den Pflanzen abscheidende Organe nennt, sind Zellengruppen, deren Functionen einfacher Weise davon abhängig sind, was wir die Zustände zu nennen pflegen, in welchen sie sich befinden.

Der endliche Schluß hieraus ist nun, daß wir die Ausdrücke: verarbeiten, höher organisirt u. s. w. in Zukunft nicht mehr anwenden, Ausdrücke, welche sich auf einen nicht richtigen Begriff stützen und unverständlich sind, und daß wir nach den Ursachen von Wirkung organisch selbstständiger Gruppen auf andere dergleichen Gruppen suchen müssen, wenn wir die

Entstehung der eigenthümlichen pflanzlichen Stoffe erklären wollen. Der Unterschied zwischen rohen und assimilirten Stoffen ist mir ebenfalls nicht deutlich und ich halte ihn für schädlich, indem das Wort assimilirt zu einem falschen Begriff verleitet. Alle diese Worte, welche nur Laute sind, halte ich für die Wissenschaft für schädlich.

In einer jeden Anordnung von Zellen geht deshalb eine eigene Umsetzung vor sich, welche abhängig ist von der Gestalt sowohl als von dem Inhalte oder der Wand der Zellen. Die Form bestimmt zugleich das Ein- und Austreten, den Wechsel des Zelleninhaltes, und die auf S. 461 genannten verschiedenen Formen von Zellen können deshalb unmöglich dieselben Stoffe als Inhalt, unmöglich dieselbe Wand aus diesem Inhalt abgesondert enthalten. Dieses ist es, was ich S. 381 im Auge hatte, als ich Form, Zusammensetzung und Verrichtungen im wechselseitigen Verbande zu betrachten beabsichtigte.

Decandolle hat schon vor vielen Jahren die bemerkenswerthe Thatsache ausgesprochen, daß Pflanzen, welche äußere Uebereinstimmungen zeigten, auch im Inneren übereinstimmten. Die äußere Gestalt der Pflanzen aber ist weiter nichts als ein Erzeugniß aus den Gestalten der zusammengesetzten Bestandtheile, welche kein gleiches Gebilde darstellen können, wenn sie nicht selbst einander gleich sind, und ebenso kein verschiedenes, wenn sie nicht selbst verschieden sind.

Die von allen Seiten wohl begrenzten und mit dem Inhalt der angrenzenden in Verbindung stehenden Parenchymzellen sind die häufigsten in den krautartigen Theilen, es bestehen daraus ganze Pflanzen-Familien der niedrigsten Bildungen. Sie sind im Inhalte auf zahllose Weise von einander abweichend und zwar viel mehr, als dieser von ihrer Gestalt abhängig sein kann; wo aber zwei Gruppen in derselben Pflanze in der Gestalt verschieden sind, scheinen doch die Zellen derselben Gruppe in Farbe und Ansehen des Inhaltes viel mehr

Uebereinkommendes darzubieten, als zwischen den Zellen verschiedener Gruppen. Ich brauche nur auf gefärbte Pflanzentheile zu verweisen. Sehr schade ist es, daß die Mikrochemie, welche hierin allein einiges Licht verbreiten kann, hier noch nicht einen einzigen Funken hervorgerufen hat und daß wir uns noch immer auf Farbenverschiedenheiten berufen müssen.

Ist die Gestalt der Parenchymzellen dieselbe und der Inhalt verschieden, so wie dieses in einer so großen Anzahl von Pflanzen der Fall ist, so erklärt sich die Verschiedenheit aus einer sehr kleinen ursprünglichen Verschiedenheit des Zelleninhaltes der Samen, woraus sie entstanden sind.

Es ist in der ganzen Natur überhaupt so, daß eine kleine und oft unmerkliche Verschiedenheit in den Grundursachen eine grenzenlose Verschiedenheit in den Produkten hervorruft, sobald die Wirkung der Grundursache in geringem Maaße abweichend aufgenommen wird. Allein es ist für jetzt unmöglich, aus diesen tausendfachen Wirren des Wirkens auch nur einige Entstehungsweisen von Pflanzenprodukten anschaulich zu machen, und ich will mich damit begnügen, den allgemeinen Begriff, so wie ich glaube, deutlich gemacht zu haben*).

Unter die Organe, welche zur Veränderung der Säfte dienen und durch die Pflanzen geführt werden können, müssen auch die sogenannten inneren Drüsen (glandulae vesiculares et impressae) gestellt werden. Sie sind in der Pflanze vertheilt und oft in großer Anzahl angehäuft. Solche Drüsen sind Zellenanhäufungen, nur von einer anderen Gestalt, Farbe und

*) Recht gut und klar sind die chemischen Wirkungen als Ursachen des Stoffwechsels in der Schrift: Das vegetabilische Leben oder die chemische Affinität von E. Läsche, Leipzig 1844; man sehe z. B. §. 56. Ich habe nichts daraus aufnehmen können, weil es mir zu spät in die Hände kam. Das Werk von Geubel: Die physiologische Chemie der Pflanzen (Frankfurt a. M. 1845.) habe ich als ein ungeschicktes Buch bei Seite gelegt. Ich habe es indessen gelesen und es hiermit nicht so gemacht, als Geubel S. 63 glaubt, wie ich es mit Karstens Philosophie de Chimie gemacht hätte. Es ist möglich, daß ich Geubel ebensowenig als Karstens »verfassen« konnte, es ist aber auch ebensowohl möglich, daß Geubel nicht den schwächsten Begriff von Chemie hat.

anderen Beschaffenheiten als die Zellenmasse des Pflanzentheils, in welchem sie vorkommen. Man findet sie in sehr vielen Pflanzen mit ätherischen Oelen, Harzen u. s. w. gefüllt. Der Inhalt einer einzigen Zellengruppe, besonderen Umständen ausgesetzt, muß, wenn auch der Inhalt ursprünglich derselbe ist, als der, welcher in der Pflanze im Allgemeinen vorkommt, zu einem verschiedenen Stoffwechsel in den Bestandtheilen und mithin zur Bildung von eigenthümlichen Stoffen Veranlassung geben. Solche Drüsen findet man in Menge bei Citrusarten, Ruta graveolens und anderen Pflanzen.

Nicht selten trifft man in den Pflanzen einzelne Zellen an, welche eigenthümliche Stoffe enthalten, die von denen, welche in den angrenzenden Zellen enthalten sind, ganz verschieden sind und mithin durch Umsetzung einer kleinen abgeschlossenen Gruppe zu Stande gekommen ist. Die phanerogamischen Wasserpflanzen lassen diese Besonderheit am deutlichsten erkennen, indem sie solche isolirte mit gefärbten Stoffen gefüllte Zellen enthalten, die mitten in der Pflanze roth oder blau gefärbt erscheinen, während die in unmittelbarer Nähe liegenden ungefärbt sind, mitunter findet man die nahe liegenden Zellen mehr oder weniger mit demselben Stoffe gefüllt. Diese Eigenthümlichkeit, welche von Link zuerst in Lysimachia palustris bemerkt ist, wurde von Anderen noch genauer verfolgt. Bei der Lysimachia ist der Farbestoff sehr fein vertheilt rothgelb, harzartig und feinkörnig und die Zelle viel größer als die umgebenden. Nach Meyer sind in den Aloëarten in solchen Zellen die Harze abgelagert, welche man daraus auszieht, und welche nicht in den Milchgefäßen enthalten sein können, weil diese Pflanzen keine enthalten, sondern in verlängerten, in der Nähe der Spiralgefäße liegenden Zellen gefunden werden. Die Gestalt dieser sehr langen Zellen wird auf keinen Fall durch den Inhalt bestimmt, sondern umgekehrt, da in einer jeden Zelle bei jungen Pflanzen meistens nur ein einziges Harzkügelchen gefunden wird und der übrige Theil mit gewöhnlichem Zellensaft gefüllt ist, während übrigens bei dem

Wachsthum der Pflanzen die Menge des Harzes einfacher Weise zunimmt. Die Gestalt beibt so wie sie ursprünglich war.

Bei Valeriana officinalis und Valeriana Phu findet man in der Wurzel der Zellen nahe unter der Oberhaut gleichartige Harzkügelchen, während die weiter nach innen stehenden Zellen davon frei sind und nur Stärke enthalten; ein besonderer Umstand, welcher wahrscheinlich nur einem Orydationseinflusse der Luft zugeschrieben werden muß. Die dickwandigen, verlängerten, meistens mit Tüpfeln versehenen Zellen (die grosenchymatischen und pleurenchymatischen) sind von einem ganz anderen Einflusse auf den Zelleninhalt, als die parenchymatischen oder merenchymatischen, worüber wir nun reden wollen. Die Wände derselben machen ein wichtiges abscheidendes Organ aus, d. h. die Stoffe, welche die Wand bilden, sind von der Art, daß sie aus dem durch denselben fließenden Safte denjenigen gleichartige bereiten, welche sie enthalten. Wenn man das Wort assimiliren so auffassen will, so kann man es dafür anwenden. Die Verdickungen der Wände machen die Haupterscheinung des Stoffwechsels in den Holzgewächsen aus. Hier und da tritt ein einzelnes Nebenproduct zum Vorschein, allein es ist die Bildung der mittleren Lage der Holzzellen so sehr vorherrschend, daß es fast der einzige Stoff ist, welcher daselbst erzeugt wird. Die Grundursache von dieser Gleichförmigkeit ist unbekannt, aber die Erscheinung ist sehr sprechend. Die Zellenwände verbrauchen den ganzen Zelleninhalt und Alles, was von festen Stoffen denselben zugeführt wird, und bilden daraus unter Austreibung von Sauerstoff und Verdampfen die inneren Holzstoffe. Vorzugsweise durch die chemische Zersetzung, durch die Holzbildung wird die Kohlensäure der Luft entzogen und dieselbe nicht bloß in den Pflanzen angehäuft. Um die Zellenwand aus Cellulose schlägt sich eine dünne Haut, welche sich ebenso wenig wie das Cellulosehäutchen verdickt. Zwischen beiden wird in zunehmenden Mengen schichtweise ein Stoff abgesetzt, welcher das Cellulosehäutchen immer mehr und mehr durchdringt und die Höhlung der Zelle immer mehr ver-

kleinert. Man sehe §. 497; also eine Erscheinung einer wahren Apposition, welche wir an die Krystallisation anschließen können.

## Gefäßsystem.

Man unterscheidet bei den Pflanzen zuerst Spiralgefäße und besondere Gefäße. Was die Functionen der Spiralgefäße anbetrifft, so sind diese noch zweifelhaft. Im Frühjahr, wenn die Pflanze mit Säften überfüllt ist, sind auch sie gefüllt, allein zur Fortleitung von Flüssigkeiten dienen sie nicht, sie enthalten im Gegentheil Luft und nach den Analysen von Droyer eine bedeutende Menge von Stickstoff, viel mehr als in der atmosphärischen Luft enthalten ist. Es ist dieses von der atmosphärischen Luft übrig bleibender Stickstoff, wovon der größte Theil des Sauerstoffs zur Oxydation von angrenzenden Stoffen verbraucht wird.

Die Gefäße, welche Flüssigkeiten fortführen, enthalten in den verschiedenen Pflanzen sehr verschiedene Flüssigkeiten. Man kann hierüber für jetzt nichts Bestimmtes feststellen. Auf welche Weise die Gefäße anfangen und endigen, ist für die Metamorphose der Pflanzenstoffe eine Sache von großer Bedeutung. Die Saftgefäße der Pflanzen, welche mit besonderen Säften gefüllt sind, fangen in der Wurzel an. Sie breiten sich durch Verzweigung in alle Pflanzentheile aus. Wie sie aber endigen, wissen wir nicht. Wahrscheinlich ist der Ort ihrer Grenze sehr verschieden.

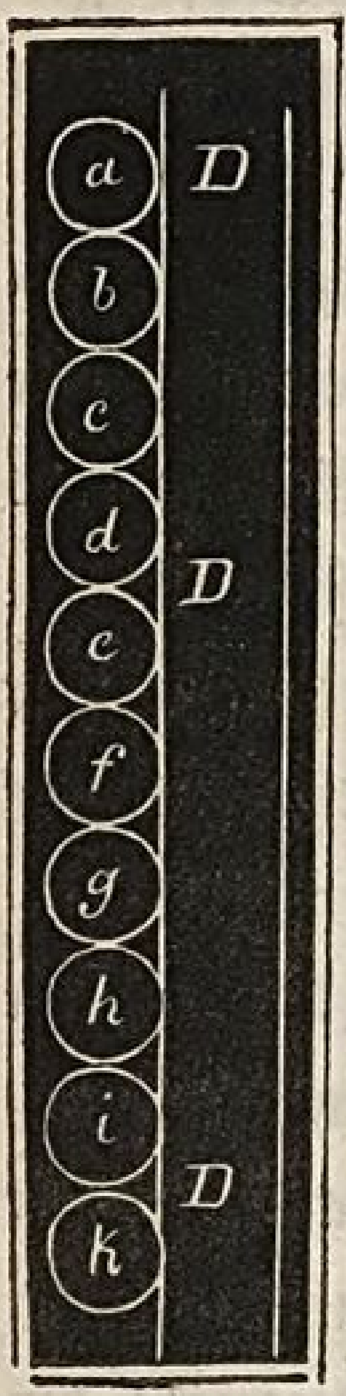
Die Gemeinschaft der Saftgefäße mit den Pflanzenzellen, durch welche die Säfte strömen, liegt in den dünnen Wänden, so wie die Zellen selbst unter einander durch das Zellenhäutchen mit einander in Communication stehen. Sie bewerkstelligen eine Communication zwischen abgesonderten Zellen, ohne daß der in den Gefäßen enthaltene Saft mittlerweile die vielfache Veränderung erleiden kann, welche der endosmotische Austausch mit sich bringt. Ganz und gar unverändert kann in-

dessen der Inhalt der Gefäße nicht durch dieselben fortgeleitet werden, weil unter den in kleinen Kanälen (S. 802) stattfindenden Umständen sehr zusammengesetzte Gemenge nicht ohne Wechsel mit einander in Berührung bleiben können.

Wenn durch die Wurzel ein klarer, von allen darin suspendirten Theilen befreiter Saft aufgesogen wird, so wie sich dieses aus den Versuchen von Payen ergiebt, und dieser in einem höheren Theile des Saftgefäßes trübe wird, so hat derselbe unterwegs in Wasser unauflösliche Theile erhalten. Diese Theile sind in dem Gefäße gebildete Stoffe, in Chelidonium z. B. ein Gummiharz. Eine Flüssigkeit, welche durch ein chemisch ganz unthätiges Röhrchen fließt, kann dadurch auch keine chemische Veränderung erleiden. Die chemische Veränderung muß mithin eine Folge von einer Umsetzung der Stoffe in dem Saftgefäße selbst sein, welche durch den an dasselbe angrenzenden Zelleninhalt erzeugt wurde.

Seitwärts wird nämlich stets von Saftgefäßen, die von Zellen umgeben sind, unaufhörlich Flüssigkeit in diese Zellen durch dieselben Ursachen übergeführt, welche die Flüssigkeit in den Zellen von der einen Zelle zur anderen in die Höhe führen (Endosmosis). Dadurch verlieren aber die Saftgefäße stets von der Flüssigkeit, welche sie enthalten. Auf dieselbe Weise empfangen sie aber auch Flüssigkeiten von dem Inhalte anderer Zellen, längs welchen sie entlang laufen. Man muß daher das Entstehen der unauflöslichen Theilchen in einem ursprünglich klaren Safte der Gefäße von dem Ein- und Austreten anderer an und für sich klarer Säfte ableiten. Auf dieselbe Weise aber müssen auch eine Menge anderer Erscheinungen, welche an unauflöslichen Theilchen nicht erkannt werden können, abgeleitet werden, und auf solche Weise sind die Saftgefäße einerseits sowohl Ursachen einer trägeren oder geringeren chemischen Thätigkeit, als diejenige ist, welche in dem Zelleninhalte stattfindet, andererseits aber sind sie auch Ursache von einem vermehrten Stoffwechsel, welcher durch eine andere Beziehung der verschie-

denen Flüssigkeiten derselben Pflanze unter einander als diejenige, welche bei einer Zellengemeinschaft möglich ist, verursacht wird.




Um es noch deutlicher darzustellen, in welcher Weise ein Saftgefäß auf den Stoffwechsel oder die Ergänzung von neuen Producten von Einfluß ist, wollen wir die kleinen materiellen Verschiedenheiten, welche in den Inhalten von angrenzenden Zellen bestehen, mit a, b, c, u. s. w. bezeichnen. Wechseln nun k und i durch Endosmose, so ist das Resultat davon zuerst ein Gemenge k i, zweitens aber auch ein chemisches Product der Wirkung von k auf i und von i auf k. Nennen wir dieses chemische Product einmal p, so ist nach dem Wechsel in der vorletzten Zelle nicht mehr der Inhalt k, sondern k, i, p. Ebenso ist in der zweiten Zelle von unten nicht mehr der Inhalt i nach dem Wechsel, sondern i, k, p. Es ist nur i, k, p, was mit h wechselt, und nicht mehr i. Dasselbe findet weiter aufwärts in allen Zellen Statt.

Man sieht hieraus die Möglichkeit einer fortwährenden Zunahme von neuen chemischen Stoffen, je nachdem der endosmotische Wechsel zunimmt.

Befindet sich nun in der Nähe dieser Zellen ein Gefäß, so ist damit eine neue Veranlassung zum Stoffwechsel gegeben, denn während, außer des Gefäßes, k keine Gemeinschaft weiter mit a als durch alle dazwischen liegenden Zellen hat, wodurch in dieser kleinen Anzahl Zellen bereits ein Gemenge und ein chemisches Produkt der Reactionen von k i h g f e d c b a erzeugt wird, so vermittelt nun das Gefäß eine unmittelbare Gemeinschaft unter allen darangrenzenden Zellen. In dieses Gefäß aber treten k, i . . a ein und der Inhalt desselben D aus. Es entsteht mithin in dem Gefäße ein chemisches Product von D. k, i...a und in einer jeden angrenzenden Zelle ein Gemenge und

ein chemisches Product, von dem Inhalte aller angrenzenden Zellen und von D.

Da nun Alles, was die Gemeinschaft der Pflanzenbestandtheile befördert, die Menge der Producte vergrößert, so müssen die Zellenpflanzen viel geringere materielle Verschiedenheiten darbieten als Gefäßpflanzen.

In dem Maße nun, als das System der Saftgefäße zusammengesetzter ist, in gleichem Maße treten mehr Bestandtheile aus demselben in die Zellen und aus diesen in die Gefäße und vermehren den chemischen Einfluß der Stoffe auf einander. Mit anderen Worten: Mit dem Zunehmen der Metamorphose des Stoffes muß die Anzahl besonderer Bestandtheile in den Pflanzen vergrößert werden.

Auf die angeführten Gründe hin glauben wir daher, die Saftgefäße insofern als chemisch unthätig betrachten zu müssen, als sie wegen der Verdickung ihrer Wände keine materielle Veränderung erleiden (S. 516) oder auf den Inhalt ausüben können, sie müssen als Fortleiter des Zellensaftes nach den Zellen hin und als Empfänger eines Theiles des Zelleninhaltes betrachtet werden.

## Pflanzensaft.

Wenn man jemals Rechenschaft von den Verrichtungen des Pflanzenreiches geben will, so muß man sowohl die Flüssigkeit kennen, welche in den Zellen eingeschlossen ist, als diejenige, welche durch die Pflanze fortgeführt wird und die Structurstoffe (bowstoffen) herzuführt, wodurch aller Stoffwechsel in derselben zu Stande kommt.

In den Pflanzen ist nicht eine circulirende Flüssigkeit vielen gemein, es herrscht gewiß eine so große Verschiedenheit in dem Pflanzensafte als es Pflanzenfamilien giebt, welche dieselben Bestandtheile erzeugen. Noch mehr: es ist nicht bloß in einem jeden Pflanzentheile, sondern in einem jeden elementaren Pflanzengewebe der Saft derselben verschieden, er ist in der

Blüthe anders als im Blatte, in den Staubgefäßen anders als im Griffel, in den Antheren anders als im Filamentum und endlich im Pollen anders als in den Antheren.

Die große Menge von Analysen, welche von Pflanzentheilen und von Pflanzensäften entweder in medicinischer Hinsicht oder für technische Zwecke angestellt sind, lehren deshalb wenig oder gar nichts für die Physiologie der Pflanzen: für die Kenntniß von dem Stoffwechsel, welcher in denselben vor sich geht und für die davon abhängigen Verrichtungen.

Was sollte man von den chemischen Veränderungen, welche die Speisen in den Eingeweiden der Thiere erleiden, von der Speiseverdauung lernen können, wenn man von dem Thiere nur Kopf, Beine und Haare entfernte und den Leib mit Allem, was er enthält, analysirte: Auf diese Weise sind aber die Pflanzen bis jetzt nur behandelt und deshalb ist die Pflanzenphysiologie weit hinter der Thierchemie zurück.

Daß die Pflanzensäfte zuerst unterschieden werden müssen, je nachdem sie in Zellen oder in Saftgefäßen enthalten sind, ist aus dem im §. 822 Angeführten deutlich. Von den Säften, welche in den Zellen enthalten sind, weiß man nichts Besonderes, allein von demjenigen, welcher die jungen Zellen ernährt, hat man eine allgemeine Vorstellung, man nennt diesen Saft das Cambium. S. S. 391.

Bei den großen Schwierigkeiten, welche der Gewinnung von Pflanzensäften entgegentreten, sowohl von den einzelnen Zahleninhalten, als von denen, welche in den Gefäßen enthalten sind, bleibt uns nichts weiter übrig, als sie zusammen aufzunehmen.

Sobald als sie von der ersten Wurzelzelle in die zweite übergegangen sind, sind sie nicht mehr dieselben Stoffe, welche in der ersten Zelle enthalten waren, und so wie sie mehr und mehr Zellen durchdringen, ändern sie sich auch noch weiter um. Dieses sieht man auch in der ganzen Pflanze, wenn man in verschiedenen Höhen Querdurchschnitte macht, daß die Flüssigkeit

von immer anderer Art ist. Inzwischen muß man darin vorsichtig sein, diese Verschiedenheit einer einzigen Ursache zuzuschreiben.

Knight fand den Saft von Acer platanoides am Boden von 1,004 spec. Gewicht, in einer Höhe von 2 Meter über dem Boden von 1,008 und 4 Meter hoch von 1,002 spec. Gewicht.

Der Saft vom Flieder reagirt sauer, ist farblos, schmeckt süß und enthält außer Wasser: Zucker, Extractstoff, essigsauren Kalk (?), essigsaures Kali (?); mit Hefe giebt er Weingeist.

Die Buche (Fagus sylvatica) giebt im April einen röthlich gefärbten Saft, dieser reagirt schwach sauer und enthält essigsauren Kalk (?), essigsaures Kali (?), Extractstoff, Gerbsäure und Galläpfelsäure.

Ulmsaft enthielt im April auf 1028 Th. Wasser 9 Th. essigsaures Kali (?), 1 Th. organische Stoffe und 1 Th. kohlensauren Kalk. Vauquelin.

In dem Safte des Weinstocks fand Regimbeau zweifach weinsaures Kali, weinsauren Kalk, Schleim und freie Kohlensäure.

Riat, welcher viele Säfte auf Zucker untersucht hat, fand denselben in sehr vielen und zwar unter zwei Gestalten: als Traubenzucker und als Rohrzucker, außerdem noch einen gummiartigen Stoff (Dextrin) und einen thierischen (Pflanzeneiweiß); auf andere Stoffe hatte er die Aufmerksamkeit nicht gerichtet.

In der Rambuca guaduas, einer tropischen und zu den Gramineen gehörenden Pflanze, welche zwischen ihren Zellen große Höhlungen hat, welche mit einer klaren Flüssigkeit gefüllt sind, die man im Geschmack nicht von Wasser unterscheiden kann, fand Boussignault beinah nichts Anderes als Wasser, und nur Spuren von schwefelsauren und salzsauren Salzen, sehr wenig organische Stoffe und Kieselsäure *).

---

*) Economie rurale I. p. 122. Man sehe ferner Boussignault über Pflanzensäfte.

Es giebt aber sehr viele Pflanzensäfte, welche so viel Zucker aufgelöst enthalten, daß sie durch Gährung eine Art Wein geben, so wie die Birken, Cocos butyracea; es ist ferner der Zuckergehalt des Zuckerrohrs und der Arenga saccharifera überflüssig bekannt.

Langlois hat den Saft einiger Pflanzen untersucht. Der Saft von einem am 30. März angezapften Weinstock reagirte sauer, Barytwasser ließ Kohlensäure erkennen, oxalsaures Ammoniak zeigte Kalk an, die Kohlensäure entwickelte sich obendrein in der Wärme. 3 Kl. gaben beim Verdampfen 7 Gramme Rückstand, worunter während des Verdampfens 0,45 weinsaurer Kalk ausgeschieden wurde.

Es fanden sich darin noch 0,02 salpetersaures Kali und geringe Mengen von anderen nicht näher bestimmten Stoffen, keine äpfelsauren Salze, aber etwas Eiweiß. Der gegen Ende April gesammelte Nußbaumsaft enthält freie Kohlensäure, Pflanzeneiweiß, einen gummiartigen Stoff, einen fetten Stoff, milchsauren Kalk(?), milchsaures Ammoniak (?), milchsaures Kali (?), äpfelsauren Kalk, Kochsalz, Nitrum, schwefelsauren und phosphorsauren Kalk.

Im Juni gesammelter Lindensaft enthielt Rohrzucker, Pflanzeneiweiß, einen gummiartigen Stoff, einige Salze, unter welchen Salmiak und essigsaures Kali (?) sich befanden. Comptes rend. T. 17 und 11.

Schultz (Flora 1842. S. 49) hat den frischen Saft von Betula alba, Acer platanoides, Carpinus betulus zu verschiedenen Zeiten des Frühjahrs weiter verfolgt. Nach ihm enthält der Saft zuerst Dextrin, er vergleicht es mit dem Dextrin aus Stärke, und dann Zucker. Dieser Zucker ist größtentheils Traubenzucker, und da wo sich Rohrzucker findet, wie im Ahorn, ist dieser noch mit Traubenzucker gemengt. Das Ammoniak, welches Schultz mit Kalilauge aus

dem zur Syrupdicke abgedampften Birken- oder Ahornsafte entwickelte, kann hier wie in vielen anderen ähnlichen Fällen vom Eiweiß abstammen, es ist unmöglich auf diese Weise das Vorkommen von Ammoniaksalzen in Pflanzensäften festzustellen, so sehr es auch nicht zu bezweifeln ist, daß es in vielen Pflanzensäften vorkommt. Die allgemeinen Stoffe, welche in dem Zellensafte nicht zu fehlen scheinen, sind außer einer großen Menge Wasser, Eiweißstoff und der Seifenstoff (zeepstoffe) von Scheele. Mit diesen sind die anorganischen, aus dem Boden aufgenommenen Salze und die Ammoniaksalze, mögen sie nun aus denen der Quellsatzsäure, der Quellsäure rc. oder aus zum Theil zersetztem Protein entstanden sein. Mehr sind es durchgehends nicht, die wir finden, und wir gehen mithin nicht zu weit, wenn wir annehmen: daß drei Hauptbestandtheile vor allen anderen hervorgehoben werden müssen: das Dextrin, der auflösliche Eiweißstoff und der Seifenstoff (zeepstoffe) von Scheele.

## Der Weg des aufsteigenden Saftes.

Magnal hat im Jahre 1709 zuerst das schon früher in der Anatomie des Menschen gebräuchliche Mittel angewandt, durch Farbstoffe den Weg, welchen die durch die Wurzel aufgesogene Flüssigkeit nimmt, sichtbar zu machen. Dieses war durch Einspritzen nicht möglich; da aber die lebende Pflanze selbst die Säfte in die Höhe führt, so war das Mittel gegeben, nun die Richtung zu verfolgen, welche derselbe in den Pflanzen nimmt. Er wandte dazu den gefärbten Saft von Phytolacea an; Duhamel und Bonnet bedienten sich dazu eines Abzuges von Krapp- oder Fernambukholz. Hill wandte Cochenillauszug an und ebenso eine Auflösung von essigsaurem Bleioxyd, dessen Anwesenheit nachher, wenn die Pflanze in Schwefelammonium getaucht wurde, dargethan werden konnte. Breant preßte, um Holz gegen Verderb-

niß zu schützen, fäulnißwidrige Stoffe in Holz und Moll zu Rotterdam wandte dazu später Kreosot an.

Die Versuche, um, wie in letzterem, durch Pressen Flüssigkeiten in Holz zu treiben, mißglückten für alle wässerigen Flüssigkeiten. Kyan's Mittel, eine Auflösung von Sublimat in Wasser, liefert hierfür ein Beispiel, es ist allein dadurch nützlich, und dieses ist auch genügend, daß es von außen angebracht, gegen Verderbniß schützt, im Uebrigen dringt es nicht in's Holz. Oelige Körper, wie Kreosot, welche man in einigen Richtungen in's Holz preßte, verbreiten sich durch Capillarität weiter und durchdringen endlich das ganze Holz. Vor allen verdienen die Versuche von Boucherie *) in unserer Beziehung einer Bemerkung, wenn er sie schon mehr in technischer Beziehung angestellt hatte. Derselbe bediente sich des rohen holzessigsauren Eisenoxydes, d. h. in rohem Holzessig aufgelösten Eisenoxydes, welches er an Baumstämme so anbrachte, daß diese davon durchdrungen wurden. Er stellte nämlich frisch gefällte Baumstämme, mit ihrem unteren Ende in eine solche Auflösung und sah dieselbe nicht bloß in die Stämme, sondern sogar in die Blätter emporsteigen.

Statt die Bäume abzusägen und in die Flüssigkeit zu stellen, ließ er sie später im Boden stehen, bohrte Löcher oberhalb der Wurzel in den Stamm, füllte diese stets mit der Flüssigkeit und erreichte denselben Zweck. Im December und Februar stieg die Flüssigkeit bei diesen Versuchen nur wenig; im Frühjahr aber, im Sommer und namentlich im Herbst dagegen sehr stark. Auch im Winter trat kein vollkommener Stillstand der Pflanzensäfte ein, sie stiegen nur in geringerem Maße und zwar bei den immergrünen Bäumen, z. B. den Coniferen, im Winter in nicht so geringem Grade als bei den

*) Ann. de chim. et de phys., T. 74, p. 113.

blätterlosen Bäumen. Baumstämme, von welchen man die Zweige abgeschnitten und den Gipfel mit seinen Blättern sitzen ließ, zeigten stets ein bedeutendes Aufsteigen der Flüssigkeit. Im Allgemeinen ist das Aufsteigen am stärksten, je schneller man nach dem Fällen der Stämme den Versuch in's Werk stellt. Nach 36 bis 48 Stunden sah Boucherie diese Erscheinung noch sehr merklich, nach 10 Tagen aber fand sie nicht mehr Statt.

Aus dem Versuche von Boucherie und seinen Vorgängern geht hervor, daß gefärbte Flüssigkeiten nicht durch den Bast oder durch das Mark, sondern stets durch das Holz in holzigen Gewächsen aufsteigen und zwar am meisten durch das jüngste, aber auch durch das ältere; Boucherie sah ferner in der Mitte der Stämme einen Kern von einer gewissen Stärke undurchdrungen übrigbleiben, dieser Pflanzentheil enthält also auch in der lebenden Pflanze keine Flüssigkeit mehr, sondern bleibt als unthätiger lebloser Körper zurück. Wenn man unter Splint den Theil des Holzes versteht, der durch holzessigsaures Eisenoxyd durchdrungen wird, so müßten in der Regel $^3/_4$ des Stammes aus Splint bestehen. Eine aufgesogene Flüssigkeit dringt daher zu $^3/_4$ in's Holz ein, und $^1/_4$ derselben ist dabei ohne Einfluß; in jungen Zweigen wird Alles, und in krautartigen Pflanzen wird das ganze Gewächs durchdrungen.

Hales sah, daß vom Bast befreite Apfelbaumzweige gefärbte Flüssigkeiten ebenso aufnahmen, als wenn sie mit Bast bekleidet wären; Decendell dagegen beobachtete, daß in eine gefärbte Flüssigkeit bloß mit dem Baste gesteckte Fliederzweige kein gefärbtes Holz bekamen*).

Aus diesen Versuchen geht es denn zur Genüge hervor, daß Flüssigkeiten, die durch die Wurzelfasern aus dem Boden aufgenommen sind, an den Holzkörper der Pflanzen abgegeben

*) Phys. veget. Tom 1., p. 83.

und von diesem weiter bis zu den äußersten Enden der Blätter, Blumen und Früchten fortgeführt werden.

Daß bei diesem Aufsteigen Zellen und Gefäße durchdrungen werden, ist aus den Beobachtungen ersehen.

Die Versuche von Boucherie sind von Mohl (Bot. Zeit. 1843) wiederholt, indem abgesägte, noch lebende Baumstämme in in Holzessig gelöstes Eisenoxyd gestellt wurden. Birkenholz wird ganz und gar gefärbt, von Eichen aber nur die 8 äußersten Jahrringe. Bei letzteren waren die Markstrahlen und ein Theil der Gefäße schwarzbraun geworden. Längs- und Querschnitte hiervon wurden in Blutlaugensalzlösung gelegt und darauf eine freie Säure hinzugefügt; dadurch wurden sowohl Zellen als Gefäße schön blau.

Nach diesen Versuchen des berühmten Gelehrten bleiben die Versuche von Boucherie noch unfruchtbar für die Pflanzenphysiologie. Daß eine zum Theil ölige, zum Theil wässerige Flüssigkeit da hindurchdringt, wo ein wässeriger Pflanzensaft im natürlichen Zustande nicht hindurchdringen kann, ist leicht davon abzuleiten, daß Kreosot, Eupion ꝛc. und alle Bestandtheile des sogenannten holzessigsauren Eisenoxydes ein besonderes Vermögen haben, durch Capillarität emporzusteigen und auf solche Weise hindurchzudringen, wo wässerige Stoffe allein nicht hindurchdringen können. Steigen nun die Pflanzensäfte allein durch die Gefäße auf, so kann eine so starke Fortbewegung seitwärts durch die Zellen hier sehr wohl durch die brenzlichen Oele befördert sein und eine so starke seitliche Fortbewegung vielleicht gar nicht in der lebenden Pflanze vorkommen. Dieses holzessigsaure Eisenoxyd liefert daher eine Flüssigkeit, die nicht dazu dienen kann, über das Aufsteigen von Säften durch Zellen und Gefäße weniger Licht zu verbreiten.

Durch Rominger sind dann (Bot. Zeitg. 1843) von Neuem Versuche über die Saftbewegung der Pflanzen angestellt, indem er die Pflanzen zuerst Blutlaugensalz aufnehmen

ließ, sie dann abschnitt und in Eisenoxydlösung tauchte. Er fand dabei, daß die Zellenpflanzen kein besonderes Zellensystem für die Fortleitung der Säfte besitzen und daß bei allen Gefäßpflanzen der Saft allein durch die Gefäße aufsteigt. Wir werden sogleich sehen, daß dieser Schluß nothwendig falsch sein muß.

Beim Bohren von Löchern in das Holz gerade aufgestellter Baumstämme sah Boucherie die hineingegossenen Flüssigkeiten, ebenso wie beim Bohren von Löchern unten in den Stamm, sowohl in die Zellen als in die Gefäße eindringen, und es ist dieser Versuch daher nicht im Stande, die für die Pflanzenphysiologie so wichtigen Fragen zu lösen. Durchbohrte und mit Flüssigkeit angefüllte Gefäße müssen immer dasselbe hindurchlassen, auf welche Weise die Flüssigkeit auch denselben dargeboten wurde. Boucherie sah dieselbe, wenn sie oben angebracht wurde, sehr schnell aus einer unten angebrachten Oeffnung ausfließen und machte davon Gebrauch, um mancherlei Stoffe aus frischen Baumstämmen auszuspülen und dafür andere, als Salzlösungen verschiedener Art, hineinzubringen. Aus einem Buchenstamm von 16 Meters Höhe und 86 Centim. Durchmesser konnte Boucherie in 25 Stunden Zeit im Monat December auf diese Weise 3,60 Litre Pflanzensaft austreiben und dafür 3,220 Litre holzessigsaures Eisen einführen. Dieser Saft war offenbar aus Saftgefäßen abstammend, die bei den gemachten Oeffnungen durchbohrt waren und ganz einfach durch Deplacirung die eine Flüssigkeit verloren hatten, um andere dafür aufzunehmen. Man lernt daher wenig daraus für die Art des Aufsteigens der Säfte aus dem Boden. Dieses nur lehrt der Versuch, daß in Buchenholz wirklich fortlaufende Gefäße vorkommen, die von oben bis unten reichen und Flüssigkeiten führen, die bei der Saftleitung und dem davon abhängenden Stoffwechsel allerdings zu beachten sind.

Die Versuche und Beobachtungen von Brücke (Poggend.

Annal. Bd. 63. S. 177. 1844.) über die Saftbewegung verdienen unsere Aufmerksamkeit sehr. Derselbe hat auf die entschiedenste Weise wahrgenommen, daß im Frühjahr der ganze Holzkörper bereits mit Saft gefüllt war, bevor die Spiralgefäße damit gefüllt waren. Diese sind mit Luft gefüllt und erhalten erst dann, wenn Alles in der Pflanze von Flüssigkeit überströmt, so viel davon, daß sie dadurch unter Austreibung der Luft gefüllt werden. Alle Zellenhöhlungen nehmen daher Flüssigkeiten auf, die die Pflanze dem Boden entnimmt, alle Zellenhöhlungen führen diese weiter aufwärts, keinenfalls die Gefäße allein und am wenigsten die Spiralgefäße, so wie sich dieses auch aus der einfachsten Vorstellung über den Bau der Pflanzen ergiebt. Aus dem Zelleninhalte wird der Saft in die Spiralgefäße gepreßt und zwar mit einer Kraft, die selbst das Ausfließen aus den Spiralgefäßen möglich macht, ohne daß darum das Aufsteigen des Saftes durch die Spiralgefäße zu geschehen braucht. Im Gegentheil, da die Spiralgefäße weiter sind als die Zellen, so können sie keinenfalls durch capillares Aufsaugen Säfte emporführen und in die Zellen übertragen, die Zellen müssen gerade die Säfte fortführen und bei Ueberfluß daran in die Spiralgefäße ausstoßen, so daß sie daher bei Querdurchschnitten aus jenen ausfließen und, wenn nichts durchschnitten ist, in denselben höher hinaufgeleitet werden können.

Dieses Resultat, welches auf Beobachtungen gegründet ist, und die älteren von Hales und Brücke selbst, sind von besonderer Bedeutung; sie geben den Schlüssel zu einer sehr gewichtigen Erscheinung in dem Pflanzenleben.

Die erste Ursache der Bewegung der Flüssigkeiten in der Pflanze, die im Frühjahr eintritt, liegt ohne Zweifel in den chemischen Veränderungen der im vorhergehenden Jahre bereiteten und übriggebliebenen Stoffe; sie liegt namentlich in der Verwandlung der Stärke und des Holzes, die in der ersten Frühjahrswärme in Dextrin und Zucker umgesetzt werden.

Indem hiezu Wasser erforderlich ist, indem Amylon, um in Dextrin überzugehen, Wasser aufnehmen muß, fangen die Wurzeln an, durch Endosmose Wasser aus dem Boden aufzunehmen. Während der Zeit fangen die Blätter an sich zu entwickeln und so wie sie der Atmosphäre einen Theil ihrer Oberfläche darbieten, unterstützen diese feuchten Flächen die Verdampfung, die schon in den jüngsten saftreichen Zweigen, ja selbst im Baste des Stammes begann, um dadurch die unaufhörliche Zufuhr von Flüssigkeit aus dem Boden zu unterhalten, so lange dieses nur die Wärme und der Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre zuläßt. Im Winter aber, wo die Blätter abgefallen sind und einigermaßen ein Stillstand eingetreten ist, geht dennoch das Verdampfen durch die Zweige und den Stamm immer fort, da Muschenbroek wahrgenommen hat, daß selbst das Eis noch verdunstet. Dadurch aber, daß die Pflanze austrocknet, wird die Aufnahme von Flüssigkeit im nächsten Frühjahr vorbereitet und es fängt diese an, sobald die ersten Spuren von Stoffwechsel durch erhöhte Temperatur der Atmosphäre sich einstellen.

Man kann daher als allgemein Folgendes aufstellen: durch alle Pflanzentheile, die nicht mit Fetten, Oelen und Harzen gefüllt und nicht mit vollkommen undurchdringlichen Ablagerungen bedeckt sind, vorzugsweise durch die engsten, werden die Säfte der Pflanzen fortbewegt, durch die Spiralgefäße nur bei Ueberfluß und also nur während einer kurzen Zeit der Vegetation — in dieselben gepreßt werden die Säfte besonders durch die Zellen und bei den besondere Milchgefäße besitzenden Pflanzen auch durch diese von einem Pflanzentheil zum anderen fortgeleitet.

Was nun die Menge Feuchtigkeit anlangt, die eine Pflanze im Sommer aus dem Boden aufnimmt, so steht diese im Verhältniß zu der Temperatur der Atmosphäre zum Durchmesser der Stämme oder der Stengel der Pflanze, zu der Oberfläche, die die Blätter der Luft darbieten. In heißen Tagen ist die

Wasseraufnahme viel beträchtlicher als in kalten, bei dicken Baumstämmen ist sie stärker als bei dünnen und eine Pflanze, die, wenn die übrigen Verhältnisse dieselben bleiben, die doppelte Blätteroberfläche im Vergleich zu einer anderen der Atmosphäre darbietet, z. B. eine Pflanze derselben Art, die die doppelte Anzahl Blätter hat, als eine andere, muß in derselben Zeit eine doppelte Menge Flüssigkeit durch die Wurzeln aufnehmen.

Diese Beobachtungen führen zu dem Nachstehenden: Es sind die Leitung durch den Stamm und die Verdampfung des Wassers durch die Blätter die ersten Bedingungen, von denen die durch die Wurzeln aufgenommenen Wasserquantitäten abhängig sind, und es hängt bei derselben Leitung durch die Pflanze dieselbe nur von der Verdampfung in den Blättern ab.

Die Beobachtungen von Sané, daß im Frühjahre viel mehr Saft durch die Pflanze ströme und daher auch mehr Feuchtigkeit aus dem Boden genommen werde, als im Sommer oder im Herbste, steht hiermit nicht im Widerspruche. Es ist zwar richtig, daß im Frühjahr die Temperatur niedriger ist als im Sommer, allein es ist auch den Winter hindurch das Aufsteigen der Flüssigkeit aus dem Boden verhindert gewesen und diese daher durch die Verdampfung im letzten Herbste vermindert. Es muß daher im Frühjahre bei der ersten Wärme, bevor noch Blätter da sind, der stattfindenden Verdampfung wegen, viel Wasser aus dem Boden aufgenommen und über die ganze Oberfläche der Pflanze verbreitet werden; es fügt sich noch ferner dazu die Entwickelung der Knospe, welche die angrenzenden Flüssigkeiten verbraucht und dadurch die darunterliegenden Theile derselben beraubt und so das Aufsteigen der Flüssigkeiten aus immer niedriger gelegenen Theilen und endlich aus dem Boden durch die Wurzeln befördert.

Es muß dem Bisherigen zufolge als unrichtig erscheinen, die Verdampfung des Wassers der Blätter als die einzige Ursache der Flüssigkeitsaufnahme der Pflanzen aus dem Boden zu

betrachten. Woher kommt denn das Aufsteigen des Saftes im Frühjahre, ehe noch Blätter da sind?

Wenn es aber wahr ist, daß die Verdunstung eine Hauptbedingung des Aufsteigens ist — und es ist aus dem eben Mitgetheilten hervorgegangen, daß sich dieses so verhält — dann ist auch die Entwickelung der jungen Theile im Frühjahre und der Bedarf an Wasser, um sich entwickeln zu können, die erste Ursache des Aufsteigens des Saftes im Frühjahre. Man muß hier zwei verschieden wirkende Ursachen unterscheiden, die eine bezieht sich auf feste, aber aufgelöste Bestandtheile des Pflanzensaftes im Frühjahr, die zweite nur auf den Wassergehalt des Saftes. Den ersten Einfluß kann man sich einfach so vorstellen: Wenn man in zwei Gefäßen, die dieselbe Salzlösung, aber von verschiedener Concentration, enthalten und die durch einen Heber mit einander in Verbindung stehen, in dem einen die Krystallisation bewirkt, während die Flüssigkeit im anderen dazu ein wenig zu schwach ist, so wird man von der schwächeren das Salz nach der ursprünglich stärkeren Lösung hinströmen sehen, so wie diese durch das Absetzen von Krystallen sich verdünnt. Ebenso verhält es sich bei der Entwickelung von neuen Knospen. So wie aus Dextrin Cellulose gebildet wird, wird auch der vorhandene Pflanzensaft verdünnter. Durch Austausch der in den unmittelbar an einander grenzenden Zellen enthaltenen Stoffe wird dieses gestörte Gleichgewicht wieder hergestellt.

Die neugebildeten Zellen aber bedürfen Flüssigkeit, um einen Raum zu füllen, der früher durch den Pflanzentheil nicht eingenommen wurde. Das Bläschen, was früher nicht da war und neu gebildet ist, bedarf Flüssigkeit, die nirgends anders als vom Boden kann herzugeführt werden.

So lange nun die Entwickelung von neuen Zellenreihen fortdauert, währt auch diese Quelle von Saftaufführung fort und wird durch die sich immer mehr und mehr entwickelnden Theile unterstützt, bis nach vollständiger Entwickelung allein durch Verdampfung das Aufsteigen von Flüssigkeiten aus dem Boden bewirkt wird.

Das Verdampfen aber fängt im Frühjahr sogleich an, sobald nur die Knospe geöffnet ist, und wenn schon die Theilchen derselben viel kleiner sind, so sind sie auch viel zarter und einer stärkeren Verdunstung fähig, als ebenso große Oberflächen der Blätter im Sommer. Die noch mit wenig festen Stoffen gefüllten jungen Zellen geben so viel bessere Gelegenheit, das Wasser an die Atmosphäre gelangen zu lassen, als die älteren Blätter. So gehört denn auch das Verdampfen der Flüssigkeit im Frühjahr zu den kräftigsten Ursachen, welche die Aufnahme von Nahrung aus dem Boden bedingen; man hat nicht nöthig, sich nach anderen Ursachen umzusehen, um dieses Aufsteigen der Säfte zu erklären.

Der so eben genanten Ursache der Saftverdünnung durch Veränderung des Dextrins in Cellulose tritt eine andere und gewichtige entgegen. Sobald nämlich, als die Blätter anfangen entwickelt zu werden, bilden sie unter dem Einfluß und der Mitwirkung von organischen Stoffen, von $CO^2$ und $H^2O$ Körper, die CHO enthalten, indem O austritt. In den jungen Zellen der Blätter findet daher Bildung von festen Stoffen Statt. Diese festen Stoffe bedürfen Wasser, um verdünnt zu werden, nach Gesetzen, die weiter unten auseinanderzusetzen sind, und so wie nun eine Verdunstung stattfindet, muß in demselben Maße ein Aufsteigen des Pflanzensaftes von der einen Zelle in die andere und also durch die ganze Pflanze hin eintreten.

Wenn nun immerhin die Verdünnung des Pflanzensaftes — durch die Veränderung von Dextrin in den häutigen Säckchen in Cellulose — eine Art von Compensation in der Bildung von neuen festen Stoffen aus der durch die Blätter aufgenommenen Kohlensäure findet, so laufen doch beide Verrichtungen auf das Vermehren der Zellenreihen hinaus, zugleich also auch auf das Anfüllen derselben mit Feuchtigkeit, auf ein stärkeres Verdampfen durch die vergrößerte Oberfläche

der grünen Blätter und endlich also auf das Aufsteigen von Säften aus dem Boden.

## Hinabsteigen der festen Stoffe in dem aufsteigenden Pflanzensafte.

Zu den wichtigsten Quellen der Bildung complexer Verbindungen in den Pflanzen muß vor allen die gezählt werden, wo zwei sehr verschiedene Nahrungsstoffe in entgegengesetzter Richtung auf einander stoßen: die organischen Ammoniaksalze und die anorganischen Salze, von dem Boden mit kohlensäurehaltigem Wasser durch die Wurzeln eingetreten, und die Kohlensäure, die durch die Blätter eintritt. Ist aber die Hauptursache der Aufnahme von neuen und eigenen Verbindungen in den Pflanzen, die grenzenlose Vervielfachung der kleinen Räume, der kleinen Werkstätten, worin die Stoffe eingeschlossen sind, woraus sie ununterbrochen ein- und austreten, ist wirklich die Schöpfungskraft neuer Verbindungen in der vielfachen Gelegenheit zur Vermengung der Bestandtheile gelegen, so müssen bei zwei einander entgegengesetzten Strömen von ganz verschiedenen Stoffen die Erzeugnisse ganz bedeutend an Anzahl zunehmen. Der Eiweißstoff, der stets von der Wurzel aus herbeigeschafft wird, hat überall, wo er auf seinem Wege niedersinkende stickstofffreie Verbindungen antrifft, Gelegenheit, seinen Zersetzungszustand auf diese zu übertragen, indem der Stoff, der die Ursache der Desoxydation ist, und ohne Zweifel ebenfalls aus der Wurzel mit herbeigeführt wird, der Zersetzung eine bestimmte Richtung giebt.

Wenn man sich in der That in der Vorstellung von der Verschiedenheit der Umstände, denen die von außen aufgenommenen Nahrungsmittel ausgesetzt sind, vertieft, so muß man sich wundern, daß die organischen Gruppen, die Folgen davon sind, nicht noch zahlreicher sind; namentlich muß es auffallend erscheinen, daß so viele ganz identische Gruppen,

wie Cellulose, Dextrin, Stärke u. s. w. in den Pflanzen Bestand haben können. Man sollte eher geneigt sein, auch nicht einmal den Inhalt zweier Zellen aus dem ganzen Pflanzenreiche denselben zu nennen, als Schwierigkeiten in der Vorstellung von Verschiedenheit, Mannichfaltigkeit und Ueberfluß der Verbindungen zu finden. Aber lediglich aus dem Grunde, weil die Allotropie der Stoffe nicht grenzenlos ist, sondern weil sie beschränkt zu sein scheint, und weil die Verbindungen der Grundstoffe nur wechseln, um vielfache Ganze zu bilden, die eine gewisse Grenze nicht überschreiten, nur deshalb ist die Anzahl der Pflanzengruppen nicht noch größer. —

Um nun über das, was zu Anfang dieses Kapitels hingestellt ist, eine Vorstellung geben zu können, will ich die Holzbildung als Beispiel nehmen und vorher mittheilen, was man bis jetzt für Ansichten darüber aufgestellt hat.

Die Art und Weise, wie die Holzbildung vor sich geht, ist sehr lebhaft von den Pflanzenphysiologen besprochen *). Dupetit Thouars gab darüber Folgendes und dasselbe, was schon früher der Astronom De la Hire darüber hingestellt hatte. Knospen sind danach wahre Keime von neuen Pflanzen. So wie der in den Boden niedergelegte Samen seine Wurzeln in den Boden senkt und einen anderen Theil in die Luft erhebt, ebenso auch die Knospe. Sie entwickelt ihre Wurzeln in der Mutterpflanze und erstreckt sie nach unten und in entgegengesetzter Richtung entfaltet sie Blätter und Blumen. Die letzteren fallen in jedem Jahre, indem sie neue Entwickelungen vorbereiten, ab, die ersteren bleiben, und da die Knospenwurzeln sich an der Binnenseite vom Baste durch den ganzen Raum hindurch bis in den Grund fortsetzen und sich dieses bei einer jeden Entfaltung der Knospe wiederholt, so wird stets an der Innenseite des Bastes eine neue Schicht

*) Man sehe den Streit zwischen Minkel und Gaudichaud in d. Cpt. rend. 1843 p. 1214 1. Sér. p. 1235 p. 1379 et Annal. des Sciences Nat. 2 Sér. Tom. 20.

von Knospenwurzeln niedergelegt, es entstehen dadurch die Jahresringe des Holzes und ebenso die jährliche Zunahme der Ausbreitungen der Wurzeln in den Boden.

Gaudichaud hat dieser Vorstellung manche Erweiterung gegeben. Ihm zufolge giebt es einen aufsteigenden und einen niedersteigenden Strom in den Pflanzen. Aus dem zwischen Bast und Holz niedersteigenden Safte entwickeln sich die Markstrahlen des Holzes in also horizontaler Richtung, während in verticaler Richtung von oben nach unten Gefäße und Holzzellen aus demselben niedersteigenden Safte entwickelt werden.

Diese Vorstellung der Entwickelung von Pflanzentheilen in der Richtung nach unten — die Frage um den auf- und niedersteigenden Saft einstweilen bei Seite gestellt — schließt sich an viele Thatsachen. Wird z. B. ein Band um einen Baum gelegt, so entsteht über demselben eine Anschwellung von Gefäßbündeln, die nur aus nach unten strömenden Säften gebildet sein können.

Zu den gegen diese Ansicht aufgestellten Gründen gehört der folgende. Indem von den Knospen Gefäßbündel nach unten gehen und sich zwischen Bast und Holz festsetzen und zugleich die Holzbildung davon abhängig sein soll, müßte die stärkste Entwickelung dieser Gefäßbündel in der Nähe der Knospen statt haben und daher an den jüngsten Zweigen eine bedeutendere Holzbildung bemerkt werden, als an dem weiter von den Knospen entfernten Stamme. Es ist aber das Gegentheil der Fall. Man müßte auch nach dem Pfropfen und Spalten nach guter Verwachsung der aneinander gehefteten Theile eine Gleichförmigkeit in dem Holze antreffen, dasjenige, auf welches gepfropft ist, müßte mit dem Propfreiß gleichförmig werden, was aber nicht der Fall ist.

Wenn man Stämme von Abies pectinata einige Fuß hoch über dem Boden absägt, so bildet die Pflanze ihren Stamm

noch viele Jahre fort und legt neue Holzlagen an, als wenn sie unversehrt wäre. Dutrochet *).

Sollte man nun nach dem Angeführten schließen, daß im normalen Zustande die Säfte, aus denen das Holz gebildet wird, von oben nach unten, und zwischen Holz und Bast fließen, und daß im krankhaften Zustande des Bastes, z. B. bei einer circularen Verwundung desselben, neue Kanäle in Wirksamkeit treten, eben so wie man es bei der Unterbindung von großen Arterien bei Thieren sieht? Von diesem Allen ist, glaube ich, nichts erwiesen. Wenn man vom Auf- und Niedersteigen der Säfte spricht, so darf man dieses nicht aus materiellen Abscheidungen schließen, es muß aus Betrachtungen der Saftbewegungeu gefolgert werden.

Ich glaube ferner, daß in keinem Falle die Ansicht, daß die Jahrringe Knospenwurzeln seien, festgehalten werden kann, sondern daß von oben nach unten nur Stoffe geführt werden, aus denen Zellen in der Richtung der Markstrahlen und Gefäße in verticaler Richtung gebildet werden. In krankhaften Zuständen muß eine andere noch unbekannte Art und Weise wirksam sein.

Um nun die Erscheinungen von nach unten gehenden Nahrungsstoffen zu verstehen, muß man das wirkliche Niedersteigen von Säften, von Flüssigkeiten und das Niedersteigen von Stoffen unterscheiden, die im Safte aufgelöst sind. Es ist zu verwundern, daß man diesen Unterschied noch nicht ein einziges Mal gemacht hat, und es scheint mir zu viele Fragen mit einer Antwort zu lösen. Vom Niedersteigen der Flüssigkeiten in den Pflanzen hat man nicht eine Beobachtung und somit keinen Grund, dasselbe festzustellen. Vom Niedersteigen von Stoffen hat man sehr viele Beobachtungen, die unzweifelhaft sind.

Alle von Dupetit Thouars und Gaudichaud ge-

---

*) Courr. élément. d'Hist. Nat. Bot. par m. A. D. Junior P. I. p. 271.

nannten Erscheinungen beweisen einfacher Weise ein Niedersteigen von Stoffen, die im Safte gelöst sind. Fragt man nach den Erscheinungen der Endosmose, so liegt es auf der Hand, daß sie in der Regel nicht statthaben, ohne doppelten Austausch der durch die Membranen tretenden Flüssigkeiten.

Wenn ein Stoff A mit einem anderen Stoff B in wässeriger Lösung endosmosiren soll, so wird in der Regel A nach B und B nach A hin fortgeführt. Es muß also entstehen AB und BA.

Besteht aber, woran Niemand zweifeln kann, in den Pflanzen eine Endosmose, wird aus dem Boden wirklich A und durch die Blätter aus der Luft B aufgenommen, so muß überall AB und BA in verschiedenem Maße entstehen, und es muß, steigt auch aller Pflanzensaft, d. i. die wässerige Flüssigkeit, aufwärts, dennoch ein Niedersteigen von B und aus B entstandenen Stoffen stattfinden.

Auf diese Weise, glaube ich, muß die Erscheinung der Holzbildung und so viele andere, die aus den zwei sich gegenüberstehenden Quellen von Pflanzennahrung, dem Boden und der Luft, abgeleitet werden müssen, dargestellt werden. Da nun die größte Menge Kohlensäure aus der Luft, und mithin von oben nach unten hin geführt wird, und hieraus mithin die größte Menge von festen Stoffen bereitet werden muß, so muß es scheinen, als ob die Herbeischaffung von Pflanzensaft, der die größte Menge von Stoffen liefert, von oben nach unten ströme. Die verdünnte wässerige Flüssigkeit steigt auf, so weit es das Wasser anbetrifft, und in der Pflanze entstehen Umsetzungen der organischen Nahrung aus dem Boden und der aufgelösten Salze desselben, mit Kohlensäure aus den Blättern und dem, was daraus bereitet wird, endosmotisch in tausenderlei Richtungen durch einander, so daß nothwendig eine Erscheinung eines Niedersteigens von festen Stoffen nach unten auftreten muß.

Es ist daher kein Grund vorhanden, einen Rücklauf von

Säften, die nach oben aus der Wurzel getreten sind, nach dieser zurück anzunehmen oder diesen zu leugnen. Es ist nicht die Rede von Nahrungsstoffen, die in den Blättern verarbeitet werden und durch die Wurzel aufgenommen wurden, wenn man von der geringen Menge Kohlensäure, die mit dem Nahrungsstoffe aufgenommen und im Schatten nicht zersetzt wurde, absieht.

Es ist indessen nöthig, bei einigen scheinbaren Widersprüchen noch einen Augenblick zu verweilen. Zuerst könnte man einen Widerspruch darin finden, daß, während die Masse der Nahrungsstoffe durch die Blätter herbeigeführt wird, durch endosmotischen Austausch des Zelleninhaltes die Baumstämme in der Wurzelnähe am dicksten sind und von hier nach oben sich verjüngen, selbst wenn sie keine Astverzweigungen haben. Allein diese Thatsache befestigt das oben Gesagte gerade erst, daß die Stoffe, die den Impuls zum Stoffwechsel den Nahrungsstoffen geben müssen, aus dem Boden aufgenommen werden. Die von oben von den Blättern durch die Zweige und den Stamm absteigenden Stoffe bedürfen, um eine Gestalt annehmen zu können, um Holzzellen zu bilden, einen Impuls von in Umsetzung begriffenen Stoffen. Da nun diese aus dem Boden aufsteigen, so muß von da aus die Holzbildung am stärksten sein, wo die stickstoffhaltigen Materien in größter Menge vorhanden sind, und das ist am Anfange des Stammes. Der Stamm muß daher daselbst am dicksten sein und höher an Dicke abnehmen.

Indem nun im Frühjahre viele solcher stickstoffhaltigen Stoffe in den Stamm aus dem Pflanzensafte eintreten, und in die Zellenwand wirkungslos niedergelegt werden, so häufen sich auch im Verlaufe des Sommers dieselben stickstoffhaltigen Körper stets mehr im Stamme und steigen von da an bis zu den Grenzen der Zweige in die Höhe. Hier bleiben sie so lange, bis sie im nächsten Frühjahr von Neuem in dem aus dem Boden kommenden Safte gelöst werden, woher dann

eine große Menge derselben vom vorigen Jahre vorhanden ist, um in die Blätter unmittelbar übergeführt zu werden und daselbst Thätigkeiten zu erwecken, d. h. neue Producte aus der durch die Blätter aufgenommenen Kohlensäure zu bilden.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß, wenn auch die Kohlensäure unmittelbar in einen festen aber auflöslichen Stoff umgesetzt wird, daraus noch nicht folgt, daß dieser feste Stoff ohne Weiteres zur Holzbildung geschickt ist, und daß daher auch kein Grund vorhanden ist — würde auch alle Nahrung durch die Blätter und nichts durch die Wurzel aufgenommen — daß der Stamm dünn und die Zweige im Gegentheil sehr dick werden müssen.

Wenn man die Fragen, die sich auf die morphologische Entwickelung des Holzes beziehen, übersieht, so scheint mir Folgendes ausgemacht zu sein:

1) Der Pflanzensaft steigt stets nur nach oben, niemals nach unten.

2) In der Richtung nach oben wird Protein mitgeführt, was allein nur aus dem Boden, und nicht aus dem, was die Blätter aufgenommen haben, bereitet sein kann.

3) Die Materie der festen Stoffe entsteht an der anderen Grenze der Pflanzen, am Gipfel, hier ist die Quelle der Materie.

4) Ein endosmotischer Wechsel von oben nach unten und von unten nach oben führt eine gewisse Menge fester Stoffe, in dem stets aufsteigenden wässerigen Safte nach unten, so wie dieses nach den bekannten Lehren der Endosmose geschehen muß.

5) Aus den niedergehenden festen Stoffen entwickeln sich neue Zellenreihen, neue Stoffe und bildet sich namentlich das Holz.

## Milchsaftgefäße und Milchsaft.

Vor Allen hat Schultz sich bemüht, diese Saftgefäße aufzusuchen und zu beschreiben*) und den Inhalt derselben zu erforschen, während Andere, z. B. Treviranus, diese Gefäße bestritten haben. Nicht etwa der Punkt, daß nicht ein besonderes Gefäßsystem vorhanden wäre, welches Säfte führe, sondern der, daß Schultz diesen Saft Lebenssaft oder Nahrungssaft nannte, war es, weshalb Treviranus denselben bestritt und als einen abgeschiedenen Saft betrachtete, und so wie Ersterer in diesen Gefäßen eine Hauptfunction erkannte, so schrieb der Letztere ihnen nur eine untergeordnete Bedeutung zu.

Durch die Güte meines Amtsgenossen Harting hatte ich Gelegenheit, die Erscheinung dieser Saftbewegung selbst in den Stipulis von Ficus elastica und im Blumenblatt von Papaver orientale und in einigen anderen Pflanzentheilen zu sehen, muß mich aber der beschränkten Kenntniß wegen, die ich von dieser Sache habe, auf die Beobachtungen Anderer berufen. Die Sache ist für die Pflanzenphysiologie von der der größten Wichtigkeit. Denn existiren wirklich solche Saftgefäße und werden wirklich Säfte durch die Pflanzen geführt, so wie bei den Thieren, so wäre damit eine gleiche Function zwischen beiden zu Tage gefördert und es wären dann die allgemeinen Ursachen von Abscheidung und Ernährung, mit einem Wort vom Stoffwechsel, so wie sie bei den Thieren statthaben, zum Theil auch auf die Pflanzen passend.

Man erkennt die Saftgefäße leicht an ihrem Inhalt.

---

*) Mém. prés. à l'Academ. 1841 T. 7 p. und Verhandl. d. Kais. Leopold. Car. Ak. Bd. 18. Suppl. 2. 1841. Ferner Flora 1843 Nr. 43. u. 44. Annal. des Sciences. Nat. Bot. Jan. et Mars. 1844.

Während eines Zeitraumes bewegt sich unter dem Mikroskope in einem continuirlichen Kanale ein flüssiger Inhalt, der leicht dadurch bemerkbar wird, daß sich eine Menge von kugeligen oder anders geformten Körperchen über das Gesichtsfeld des Mikroskopes fortbewegt. Diese Kügelchen treiben in einer Flüssigkeit wie die Blutkörperchen im Blute, und machen die wässerige Flüssigkeit des Pflanzensaftes durch ihre große Anzahl milchartig. Deshalb nennt man diesen Saft Milchsaft. Was Schultz über die Art dieser Kügelchen sagt, ist ohne Zweifel nicht genug begründet. Er meint, daß sie an der Bildung eines festen Körpers aus dem Milchsafte, wenn dieser mit Luft in Berührung kommt, keinen Theil nehmen, sondern, daß das Coagulum, welches unter diesen Umständen entsteht, aus unsichtbar kleinen im Safte aufgelösten und also denselben nicht milchig machenden Theilchen bestehe, welche Theilchen einen elastischen Stoff dadurch bilden, daß sie sich an einander legen, so wie das Fibrin beim Gerinnen des Blutes. Diesen elastischen Saft nennt er Elastin und meint, daß er aus Kautschouk oder aus diesem und Wachs und Gummi bestehe. Die Kügelchen selbst bestehen aus wachs- oder fettartigen Stoffen und fließen zuweilen wie Fetttröpfchen zusammen, Weingeist und Äther ziehen das Fett und Wachs aus, und lösen die kleineren Massen ganz auf, während die größeren um einen wachsartigen Inhalt eine in jenen Flüssigkeiten unlösliche Membran haben.

Kautschouk, Wachs und ferner Zucker, Gummi, Eiweiß und Salze sind nach Schultz die Bestandtheile des Milchsaftes.

Es ist schon bei einer oberflächlichen Betrachtung deutlich, daß, so groß auch die Verdienste seines Studiums um die Saftgefäße sind, ihm seine chemischen Kenntnisse es nicht erlaubten, über die Art des Inhaltes ein klares Bild zu geben, und wir befinden uns denn hierin auch in vollkommener Unkunde. Ohne Zweifel ist der Inhalt diese Gefäße sehr ver-

schieden. Bei einigen sind die Kügelchen wirklich bloß Kautschouk, sie reihen sich bei Berührung der Luft an einander und bilden ein wahres Coagluum. Faraday hat dieses für den Milchsaft, aus dem man das Kautschouk gewinnt, bewiesen. Es kommt auch in vielen anderen Pflanzen Kautschouk vor, Opium enthält z. B. so viel davon, daß es, wenn es nicht zu trocken ist, wirklich elastisch ist, in sehr vielen Milchsäften aber findet man keine Spur davon, und das von Schultz darüber Aufgestellte scheint mir in dreifacher Hinsicht unrichtig zu sein: es können die Saftkügelchen wirklich Kautschoukkügelchen sein und brauchen nicht unter allen Umständen aus Fett zu bestehen, sie können noch vielerlei andere Stoffe enthalten, die man noch nicht aufgesucht hat, und in vielen Säften endlich kommt gar kein Kautschouk vor, so daß das darin sich bildende Coagulum den Namen Elastin gar nicht verdient. Einige wenige Reactionen, womit dieser Saft geprüft wurde, lehren uns nichts von der Art desselben, und wir erwarten daher noch von der Zukunft die ersten gründlichen Kenntnisse in diesem wichtigen Theile der Pflanzenphysiologie.

Mohl dagegen hat sehr wichtige Beobachtungen über die Natur dieser Kügelchen gemacht. Im Safte von Sambucus Ebulus, welcher besonders große Kügelchen enthält, — sie haben die Größe von $1/_{50}$ m. m., während die von Ficus $1/_{400}$ bis $1/_{200}$ m. m. Größe erreichen, giebt es noch viel kleinere im Milchsafte von Euphorbia, Asclepias, Papaver und Cichorium — fand er Kügelchen, die aus einer halbweichen, sehr klebrigen, in langen Fäden ausziehbaren Materie bestanden, und sich durch Druck vereinigen ließen und keine Spur von einer Membran zeigten. Mit einer Nadel umgerührt, hefteten sich diese Kügelchen zu einer einzigen Masse an einander.

Trocknet man eine dünne Lage dieses Milchsaftes auf dem Objectivglase, so erhält man kein Coagulum und nichts,

was Aehnlichkeit mit einem Blutkuchen hätte. Mit Wasser befeuchtet liefert die Masse die ursprüngliche Flüssigkeit wieder, sammt den Kügelchen, so wie sie sich im frischen Safte finden.

Ein Stück trocknen Milchsaftes mit einer Nadelspitze angerührt, läßt Stücke abspringen, wie von einem trocknen gummiartigen Stoffe, und in dieser getrockneten Masse liegen die Kügelchen vertheilt.

Aus diesen Beobachtnngeu von Mohl folgt nun, daß kautschoukhaltende Milchsäfte diesen Stoff als Kügelchen enthalten und nicht, so wie Schultz behauptet, im aufgelösten und zertheilten Zustande, wie das Fibrin im Blute. Die Kügelchen, die Mohl gefunden hat, wurden in Weingeist, nicht aber von Aether aufgelöst, woher denn auch zu Milchsäften hinzu gefügter Aether die milchartige Beschaffenheit der Flüssigkeit vermindert. Ein solcher mit Aether gemengter Milchsaft verhält sich nach dem Trocknen in vieler Hinsicht wie Kautschouk.

Die Vergleichung, welche Schultz zwischen dem Milchsafte und dem Blute der Thiere aufstellt, das Coaguliren des letzteren, indem er es mit demjenigen des Kautschouks u. s. w. vergleicht, ist durch die Untersuchungen von Mohl verfallen.

Was die Bewegung des Milchsaftes anbetrifft, so sieht man bei den Kügelchen eine progressive und eine rotirende, und eine, in einem anderen Sinne, als diejenige hat, in welcher der Saft fortgetrieben wird. Die letztere kann von inneren Einflüssen abhängig sein, ebenso gut aber auch noch unbekannte Ursachen haben. Daß sie vorhanden ist, kann nicht geleugnet werden. Zu den Ursachen, die sie hervorrufen können, gehören Licht und Wärme und Molecularanziehungen. Es ist aber unmöglich, diese Erscheinung jetzt zu erklären. So lange die Ursachen der Brown'schen Molecularbewegung im Dunkel sind, kann man von der besonderen,

wie von Anziehung und Abstoßung abhängigen Bewegung vom Zellensaft oder dem Later der Saftgefäße nichts mit einigem Grunde sagen.

Die rotirende Bewegung der Kügelchen hat nichts Besonderes weiter, als daß sie beweist, daß die Kügelchen nicht kugelförmig sind, was denn auch in so geringem Grade der Fall ist, daß man sie mitunter als Vielecke erkennt. Wären sie sphärisch, so würde man sie nicht können rotiren sehen.

So viel ich von der progressiven Bewegung gesehen habe, ist diese sehr verschiedener Art. Zuweilen und zwar in der ersten Zeit der Beobachtung eines Saftgefäßes, steigen die Kügelchen mit großer Schnelligkeit durch das Gesichtsfeld des Mikroskopes. Die Bewegung nimmt langsam ab, wird unterbrochen und stellt sich wieder her, intermittirt, hört bisweilen auf einmal auf, erscheint dann selten wieder und zuweilen ändert sich die Richtung auf einmal in die entgegengesetzte um. Die Anastomosen der Saftgefäße führen seitliche Ströme in den Hauptstrom, die sich mit diesen regelmäßig vereinigen u. s. w.

Die Frage ist nun, ob diese Bewegungen mit denen des Blutes in den Capillargefäßen übereinstimmen? Die kurze Aufzählung der Erscheinungen, die sie darbieten, lehrt schon das Gegentheil, und aus den Wahrnehmungen von Morren, Amici und namentlich von Mohl ist es gewiß, daß äußerliche Umstände die Bewegung bestimmen. Drückt man z. B. auf ein Blatt, während man es unter dem Mikroskope betrachtet, schneidet man ein Blatt ab, so daß der Saft aus dem Blattstiel ausfließen kann, fallen directe Sonnenstrahlen auf die erwärmte Stelle, befeuchtet man das Blatt mit Wasser, so daß dieses durch Endosmose aufgenommen werden kann u. s. w., so tritt die Bewegung ein. Da sie nun von dergleichen äußeren Umständen abhängig ist, so erklärt

sich damit auch der Wechsel in der Richtung und in der Dauer der Bewegung des Milchsaftes u. s. w.

Ist nun damit die Wichtigkeit des Bestehens von Saftgefäßen und der Later für die Pflanzenphysiologie geringer? Ich sehe das nicht ein. Es wirken auf die Pflanze tausend äußerliche Ursachen, durch welche die Saftbewegung unterhalten werden kann, die Bewegung einer Flüssigkeit, die von sehr entfernten Theilen der Pflanzen durch Röhren nach anderen Theilen geführt wird, so daß dadurch ein gleichartiges Product bei den Pflanzen aus dem Safte dieser Gefäße erzielt werden kann, so wie dieses bei den Thieren aus dem Blute geschieht, nämlich Stoffwechsel, der durch eine gemeinschaftliche Flüssigkeit unterhalten wird und von einer Flüssigkeit ausgeht, und woraus hier etwas entnommen und wohinein dort etwas ausgeschieden wird.

Die äußerlichen Ursachen in den Pflanzen, welche die Saftbewegung unterhalten können, sind: die Sonnenwärme, welche die verschiedenen Theile der Pflanze ungleichmäßig erwärmt, die Bewegungen der Luft, selbst durch die leisesten Winde, und so viele andere.

Fällt somit auch, wie Schultz unrichtig aufgestellt zu haben scheint, die organische Ursache dieser Saftbewegung hinweg, die Bewegung selbst bleibt darum ebenso der Dienst, den der Saft in der Pflanze zu erfüllen hat.

Es bleibt aber noch die Frage, ob dieser Saft dann wohl Lebenssaft genannt werden darf; mag er immerhin eine wichtige Rolle spielen, so braucht er darum noch keine Hauptfunction der Pflanze zu erfüllen.

Es ist schwierig, wenn nicht unmöglich, diese Frage bestimmt zu erledigen. Fragen wir aber, ob dieser Saft der Saftgefäße einen Dienst hat, fortgeführt zu werden, um in thätigen Pflanzentheilen zum Stoffwechsel beizutragen, gehört derselbe also nicht zu den Excreten der Pflanzen, so ist dieser derselben gewiß von Bedeutung für den

Stoffwechsel und somit für das Pflanzenleben. Die ganz oder gar nicht regelmäßig fortgehende und von organischen Ursachen ganz oder gar nicht abhängige Bewegung bestimmt hier den Werth des Later keinenfalls. Die meist unregelmäßige und ganz von äußerlichen Ursachen abhängende Bewegung könnte allerdings den Dienst des Capillarsystems der Thiere erfüllen, indem sie endosmotisch Stoffe in die angrenzenden Zellen treten läßt oder daraus hinwegnimmt. Es ist dieses aber ohne Zweifel bei einer wässerigen mäßigen Flüssigkeit und bei Wänden, wie die der Milchgefäße, der Fall, und wollen wir den Namen Lebenssaft auch nicht zugestehen, so ist seine Bedeutung für das Pflanzenleben gewiß groß. Mag also von der Lehre Schultz's viel hinwegfallen, das Hauptsächlichste derselben, glaube ich, und so auch nach Mohl's Bemerkung *), muß beibehalten werden.

Ich schließe diese kurze Mittheilung über das, was wir über die Saftgefäße und den Later wissen, mit der Wiederholung, daß in vielen thätigen Pflanzentheilen einige Röhren vorhanden sind, in welchen ein wässeriger Saft mit sehr ungleichartigen Stoffen durchmengt, fortbewegt werden kann, ebenso wie dieses bei thierischen Geweben der Fall ist, so daß die angrenzenden Zellen daraus aufnehmen und darin abscheiden können.

Daß dieser Milchsaft von verschiedenen Familien verschieden ist und in zu derselben Familie gehörigen Pflanzen dieselben Hauptbestandtheile enthält, ist als ausgemacht anzunehmen, da wir dieses bereits durch die chemischen Untersuchungen dieser Säfte kennen. Aber in dieser Kenntniß fehlt uns noch alles auf Pflanzenphysiologie Bezügliche **). Wir kennen das Opium, das Antiargift und viele sogenannte Gummiharze als feste Ueberbleibsel nach der Verdampfung

*) Bot. Zeitg. 1. Heft 1843.
**) M. s. Ueber die Saftbewegungen der Pflanzengefäße, Rominger, in der Bot. Zeitg., 17. März 1843.

der Milchsäfte, wollte man aber daraus einen allgemeinen Schluß für die Zusammensetzung des Saftes der Saftgefäße ziehen, so möchte dieses weit von der Wahrheit hinwegführen.

Boussingault*) hat einige dieser Milchsäfte bearbeitet. Den Saft der Frucht von Carica papaya, der früher von Vauquelin untersucht war, fand er im Stamme wieder. Er war wie Milchwasser und coagulirte an der Luft. Außer einer großen Menge von Proteinstoffen fand er Zucker, Wachs und Harz in geringem Maße.

Der Saft vom Kuhbaum, Galactodendron dulce, welchen Boussingault und de Rinero untersuchten, kommt so sehr mit der Kuhmilch überein, daß man ihn beinahe dafür halten könnte. Durch Säuren wird er nicht coagulirt, durch Weingeist wenig. Durch Wärme bildet sich ein dünnes Häutchen auf der Oberfläche, durch weiteres Verdampfen zeigen sich Oeltropfen auf ihm, die immer mehr zunehmen und nach Verdampfen des Wassers einen fettigen Saft zurücklassen, in welchem ein faseriger Körper schwimmt, der dann bei noch stärkerem Erhitzen dem Geruche von gebratenem Fleisch so sehr ähnelt, daß man ihn nicht davon unterscheiden kann.

Der Fettstoff schmilzt bei 60° und ist in Weingeist und in Kali auflöslich. Der faserige Stoff scheint dem Blutfaserstoff vollkommen gleich zu sein, d. h. er hatte alle Kennzeichen des Eiweißes nach den von Boussingault angegebenen Eigenschaften. Daher bekam denn dieser Milchsaft beim Faulen den Geruch nach Käse.

Außer Pflanzeneiweiß und einem Fettstoff, der dem Wachse in allen Eigenschaften gleichkam, enthielt dieser Milchsaft noch ein wenig Zucker und freie Säure, einige Salze Wasser. Er ist also eine Emulsion, die ganz mit der Kuhmilch verglichen werden kann und der Gebrauch derselben als übliches Getränk hat daher nichts Befremdendes.

---

*) Economie rurale. T. 1. p. 125.

Den Saft von Hura crepitans hält Boussingault für giftig. Dem Ansehen nach gleicht er dem des Kuhbaumes, ist aber gelblicher und enthält Leim und Casein, ein blasenziehendes Oel, ein Alkaloid und einen stickstoffhaltigen Körper, Salze und Wasser.

Der Saft von Antiaris toxicaria, aus dem man das Upasgift durch einfache Verdampfung des Wassers bereitet, enthält außer diesem Wasser:

| | |
|---|---|
| Pflanzeneiweiß | 16,14 |
| Gummi | 12,34 |
| Eigenthümliches Harz | 20,93 |
| Myricin | 7,02 |
| Antiarin | 3,56 |
| Zucker | 6,31 |
| Extract und Salze | 33,70 |
| | 100, 0 *) |

Viele Pflanzen enthalten einen Milchsaft, der Kautschouk liefert. Namentlich geben Jatropha elastica, Haevea Caoutchouc, Ficus indica, Arttcarpus integrifolia, sämmtlich Bäume heißer Gegenden, einen sehr milchigen Saft, worin Kautschouk in großer Menge vorhanden ist. Nach einem bis auf den Bast gemachten Einschnitt fließt der Saft aus, und kann in geschlossenen Flaschen lange aufbewahrt werden. Nach Verdampfen des Wassers bleibt das Kautschouk mit seinen bekannten Eigenschaften zurück. In 100 Theilen fand Faraday:

| | |
|---|---|
| Kautschouk | 32 |
| Pflanzeneiweiß | 2 |
| Stickstoffhaltenden bitteren in Alkohol und in Wasser löslichen Stoff | 7 |
| Zucker | 3 |
| Wasser | 56 |
| | 100 |

*) Natur. en Schcik. Archief. Bd. 5.

Durch Hinzufügen von Wasser und Auswaschen des Kautschouks von seinen beigemengten Stoffen kann man denselben beinahe rein erhalten.

Das Opium endlich, welches man durch Einschnitte in die Kapseln von Papaver somniferum erhält, ist in einem Milchsafte enthalten, worin noch Narkotin, Morphin, Thebain, Meconin, Codein, Narcein, Meconsäure, Harz, Fett, Kautschouk, Gummi, Pflanzenschleim, Extractstoff u. s. w. vorkommt.

## Abscheidende Organe. Abscheidungen.

Ebenso wie die Pflanzen Kanäle besitzen, die mit Luft und Flüssigkeit gefüllt sind, ebenso besitzen sie noch gewisse, weniger regelmäßige Höhlungen, die mit Luft oder mit anderen Stoffen, mit Schleim, Gummi, Harzen und Balsamen gefüllt sind. Diese werden durch ein Auseinanderweichen der Zellenreihen gebildet. Außer Harzen und Balsamen, Oxydationsproducten der ätherischen Oele durch die eindringende Luft, sind die übrigen, als: Gummi, Schleim, die sich noch in den Kanälen finden, einfach durch die Zellenwände ausgeschwitzte Stoffe, sie kommen folglich auch innerhalb der Zellen vor und wurden so mit Unrecht von Meyen zu den Excreten und die Kanäle mit Unrecht zu den abscheidenden Organen gerechnet.

Es ist daher in der Anwesenheit dieser Stoffe in Kanälen, die mitunter Luftkanäle sind, deshalb aber noch nicht weiter unterschieden zu werden verdienen, nichts Besonderes zu suchen, es liegt hier in Gegentheil eine allgemeine Ursache zu Grunde, die nämlich, daß die genannten Kanäle, durch Ausweichen der Zellenreihen entstanden, Luft, ätherische Oele, Harze, Schleim und Gummi aufnehmen, je nachdem die Zellen, die daran grenzen, beschaffen sind, und diese Stoffe hineinpressen, so daß der Kanal selbst einen verschiedenen Dienst

in Ansehung der Stoffe, die er enthält, verrichten kann. Ohne Zweifel ist dieses mit den Harz- und Balsamkanälen der Fall, die ursprünglich eigentlich ätherische Oele enthalten müssen, die aber, da sie auch Luft aufnehmen oder enthalten, diese Oele in Harz oder Balsam überführen, je nachdem die Luft in geringerem oder größerem Maße zutreten kann, da ein Balsam doch ein Gemenge von Oel und Harz ist; in diesem war die Orydation weniger vollständig als bei den Harzen. Die Anwesenheit von verschiedenen Stoffen in denselben Kanälen ist daher von der Natur der Zellen, die daran grenzen, von den Stoffen, die in diesen enthalten sind, und von den Functionen derselben abhängig. Aus diesen Kanälen waren die genannten Stoffe, als Gummi, Harz, Balsame, Luft bloß nach außen getrieben; die Function einer Secretion kommt ihnen ebenso wenig zu, als der Harnblase bei den Thieren. Die Function wohnt an einem anderen Orte und zwar in dem Zelleninhalte. Aus dem Wechsel der Bestandtheile derselben tritt ein neuer auf, der, wenn er einmal gebildet ist, durch die Zellenwand hindurchschwitzt. Durchschwitzen ist aber von Abscheiden, von wirklicher Bildung verschieden, die Zellen, die an die genannten Theile angrenzen, enthalten die Stoffe und treiben sie nach außen, der Intercellulargang nimmt sie bloß auf und wird in demselben Maße weiter, als die Menge des durchgeschwitzten Stoffes größer wird.

Der Verschiedenheit in ihrer Länge, weil sie in den Samenbekleidungen der Umbelliferen kürzer sind und dadurch der freie Luftzutritt verhindert ist, ist es zuzuschreiben, daß einige dieser Kanäle flüchtige Oele und keine Harze enthalten, abgesehen davon, daß manche ätherische Oele nicht so leicht in Harze übergehen als andere. Decandolles nennt sie réservoirs en coecum.

Die eigentlichen abscheidenden Organe der Pflanzen sind diejenigen, die man Drüsen nennt, Organe die von Link,

Michel, Guettard, Schrank und Meyen untersucht wurden *) und dazu dienen, Flüssigkeiten zu bereiten und nach außen auszusondern, oder wenigstens, um diese letzte Function zu erfüllen. Einige derselben liegen innerhalb der Pflanzen und heißen innerliche Drüsen.

Die äußeren Drüsen sind entweder einfach oder zusammengesetzt. Die einfachen bestehen oft aus einer einzigen Zelle, oder einigen wenigen zusammengefügten Zellen, die auf einem Stielchen stehen, deren Köpfchen oder Außenende die eigentliche Drüse ist, pili capitati genannt werden. Diese Härchen entstehen auf der äußersten Oberhaut. Sie sind gegliedert, d. h. auf der Oberfläche der Epidermiszellen entwickelt sich eine zweite Zelle in der Längsrichtung, hieraus eine dritte, und an dem Ende endlich eine einzelne Zelle, in welcher die eigentliche Abscheidung vor sich geht. Diese Abscheidung mag eine Veränderung sein, welche eine kleine Gruppe der allgemeinen Bestandtheile der Pflanzen erleidet, sobald sie in einem einzelnen Bläschen der Atmosphäre dargeboten wird. Der abgeschiedene Stoff ist ein ätherisches Oel, zuweilen auch ein anderer Stoff, z. B. ein Farbstoff, der indessen sehr wohl ein Oxydationsproduct von dem eigentlichen und von der Luft nur durch eine dünne Wand geschiedenen Secrete. In diesem Falle gehören sie nicht zu den eigentlichen abscheidenden Organen, nicht zu denjenigen, durch welche andere Stoffe bereitet oder als solche, wie sie in den Pflanzen vorkommen, abgeschieden werden.

Aus diesem Gesichtspunkte kann man der jetzt allgemein angenommenen Vorstellung, daß die Haare der Pflanzen Abscheidungsorgane seien, keinen Beifall schenken; enthalten sie wässerige Flüssigkeiten, dienen sie zur Verdampfung des Was-

*) Link. Phil. Bot. p. 231. — Michel. Mém. d. Mus. d'Hist. Nat. T. IX. p. 455. — Guettard in Hist. de l'Acad. Royl. d. Sc. 1745 — 1750. — Schrank: Von den Nebengefäßen der Pflanzen. 1794. — Meyen: Die Secretionsorgane der Pflanzen. Berlin 1837.

sers und dadurch zur Beförderung des Pflanzenwachsthums, indem dadurch weitere Bedingungen des Aufsteigens des Pflanzensaftes gegeben sind, so kann man sie nicht Drüsen oder abscheidende Organe nennen, sie müssen hinsichtlich ihrer Function neben die Epidermiszellen gestellt werden. Eine mit Wasser gefüllte Blase, die Wasser durch ihre Wände verdampfen läßt, kann man kein abscheidendes Organ nennen.

In sehr vielen Haaren aber hat man eine wahre Secretion zu beobachten. Es giebt solche, deren Köpfchen oder Ausmündungen mit ätherischen Oelen gefüllt sind, so daß diese durch die Wände derselben hindurchschwitzend als Tröpfchen oder als ein daraus durch Oxydation entstandenes Harz an denselben angeheftet sind, z. B. Cuphea selenoides.

Außer diesen einfachen Drüsen findet man noch zusammengesetzte, die aus aufeinander entwickelten, aneinandergrenzenden Zellen zu zwei, drei oder mehr gebildet sind. Aus zwei Zellen findet man sie sehr häufig. Die Function derselben ist dieselbe als die der einfachen.

Ungestielte Drüsen, glandulae miliares nennt Meyen diejenigen Organe, die allgemein mit dem Namen der Stomata bezeichnet und an der Oberfläche der Blätter gefunden werden. Nach ihm sind diese kleine ungestielte Drüsen, die in den Oeffnungan der Oberhaut liegen und diese Oeffnungen schließen. Sie werden aus zwei Zellen gebildet, die halbmondförmig sind und mit der ausgeschweiften Seite an einander liegen, so daß sie von eiförmiger Gestalt und also zwischen die Epidermiszellen einrangirt erscheinen. Zwischen diesen zwei Zellen bleibt ein rundlicher Spalt, der zur Benennung »Mundöffnung« Veranlassung gegeben hat. Diese Spalten sind bisweilen geschlossen, bisweilen geöffnet und auf derselben Pflanze zu jeder Zeit verschieden. Sie scheinen daher nicht durch allgemeine Ursache geöffnet oder geschlossen zu sein, sondern durch noch unbekannte Ursachen.

Nach Link dienen diese beiden Organe, die auf der

Rückseite der spaltförmigen Oeffnungen gelegen sind, hauptsächlich zur Verdampfung des Wassers. Ist dieses wirklich so, so sind sie ebenfalls keine Drüsen zu nennen und sind sie im Wesentlichen nicht von einer einzigen Zelle verschieden, die mit Flüssigkeit gefüllt ist und an der Oberfläche liegt. Bisweilen sind diese kleinen Organe an ihrer Oberfläche mit besonderen Stoffen bedeckt und dann ist an ihrer Function einer Abscheidung nicht zu zweifeln. Bei Aloëarten z. B. ist die ganze Spaltöffnung oft mit Harz angefüllt (Meyen*).

Diese Spaltöffnungen sind bei verschiedenen Pflanzen sehr verschieden, bei den Zellenpflanzen sind sie höchst selten, die meisten Gefäßpflanzen aber sind damit versehen, und alle Monocotyledonen und Dicotyledonen enthalten sie, außer denjenigen, welche im Wasser leben. Man findet sie vorzugsweise in den Blättern, häufig im Stengel und niemals an der Wurzel. Besonders sind die Unterseiten der Blätter daran reich, in einigen Pflanzen findet man sie auf beiden Oberflächen, sehr selten aber auf den oberen (Rudolphi *). Sie setzen die Lufthöhlen mit der Luft in Verbindung (Cavitates respiratoriae).

Zu den zusammengesetzten Drüsen gehören ohne Zweifel diejenigen Organe, denen man gewöhnlich den Namen abscheidende Organe giebt. Sie bestehen aus einer Zellenanhäufung, die bald gestielt, bald ungestielt sind und mitunter bei einer und derselben Pflanze wechseln. Sie ragen über die Oberfläche hervor oder sind von derselben bedeckt. Von den ersteren findet man ein Beispiel an Humulus Lupulus von den zweiten in denen von Dictamnus albus. Mitunter sind sie innerlich hohl und mit einer eigenthümlichen Flüssigkeit gefüllt, z. B. mit einem ätherischen Oele. Bei einer und derselben Pflanze sind sie bisweilen an verschiedenen Theilen

*) De plantarum epidermide. Vratislaviae 1843.

**) Anatomie der Pflanzen. 1807. S. 73.

verschieden, z. B. Dictamnus albus, woher denn in vielen Fällen die Verschiedenheit in den ätherischen Oelen erklärt werden kann. Wenn man durch Destillation einer Pflanze ein Gemenge von verschiedenen Oelen bekommt, so wie es häufig der Fall ist, so kann dieses von verschiedenen Drüsen, die an derselben Pflanze vorkommen, herrühren. Die Wände dieser Drüsen sind häufig so dick, daß sie das Oel nicht nach außen hinweg dunsten lassen, oder sie sind von Zellen der Oberhaut bedeckt, so daß in diesem Falle die Verdampfung gehindert ist.

Zu derselben Art von Organen gehören diejenigen, die durch ihre Entzündung erregenden Stoffe, die sie, wenn man die Organe berührt, entlassen, bekannt sind, wie man sie bei Urtica urens und Urtica dioica findet. Ueber die Oberfläche erhebt sich eine Zellemasse, die in einem kegelförmigen Haare endigt, welches wahrscheinlich allein das den scharfen Saft abscheidende Organ ist. In Urtica nivea, einer nicht brennenden Nessel, ist nach Meyen das Haar auf eine ganz andere Weise mit der darunter liegenden Zellenmasse verbunden, und man vermißt bei dieser Art eine besondere Zellenschicht in dem Knollen des Haars, die bei den Brennnesseln vorhanden ist. In diesem Haar ist der brennende Stoff angehäuft, der beim Abbrechen des Haars durch Berühren austritt. Die kleineren Haare, die in Urtica urens gefunden werden, geben viel weniger bedeutende Entzündungen beim Berühren mit der Haut und besitzen somit einen anderen scharfen Stoff oder eine mehr verdünnte Lösung desselben Stoffes.

Außer den genannten abscheidenden Organen zeigen sich noch viele bei den Pflanzen von verschiedenem Bau. Die angeführten mögen für unseren Zweck genügen. Das, was früher von der Art und Weise, wie die innerlichen Drüsen besondere Stoffe zu Wege bringen, gesagt ist, gilt auch von den äußerlichen.

Besonders merkwürdig sind die Nektarien unter den ab-

scheidenden Organen. Nicht überall, und dieses verdient Beachtung, findet man an den Orten, wo ein Zucker haltender Stoff ausgeschieden wird, eigenthümliche Zellenreihen für die Abscheidung, dieser schwitzt aber durch die Wände der unterliegenden Zellen aus, ebenso, wie bei den Deckblättchen der Knospen, in welchen der harzige Stoff auch nicht durch besondere Organe hervorgebracht wird, sondern durch die Zellenwände ausschwitzt. Diese Beispiele lehren auf's Deutlichste, daß es der Zelleninhalt ist, der in sich selbst verändert ist und den neuen Stoff einfacher Weise hindurchläßt, und nicht die Zellenwand, die von einigem Einfluß auf die Abscheidung ist.

Die eigentlichen Nektarien sind nach Meyen allein aus Zellenmasse zusammengesetzt und es haben die Spiralgefäße, wie Michel meint, keinen Einfluß. Sie finden sich meistens an der Basis der Blume, sind bisweilen sehr groß und lassen den abgesonderten Stoff durch die Wände der äußersten Zellen hindurchschwitzen. Die Zellenmasse ist zuweilen von einer anderen Structur; bei Fritillaria imperialis ist sie aus sehr kleinen Zellen zusammengesetzt, meistens aber ist sie von der übrigen Masse nicht verschieden. Der Zucker ist Traubenzucker und wird zuweilen in den Nektarien krystallisirt angetroffen, ist aber mit anderen Stoffen gemengt als mit Harzen, Wachsarten, ätherischen Oelen, giftigen Stoffen, wodurch der Honig, der von solchen Pflanzen von den Bienen eingesammelt wurde, giftig werden kann. Die Abscheidung des Nektars steht mit der Blüthezeit in Verbindung.

In sehr vielen Pflanzen findet man an der Oberfläche ausgeschwitzte Stoffe, ohne ein bestimmtes Organ nachweisen zu können, sie schwitzen bloß durch die Wände der äußersten Zellen nach außen und sind bei verschiedenen Pflanzen oder Pflanzentheilen sehr verschieden. So findet man auf sehr vielen Früchten einen Reif, eine wachsartige Bekleidung, wie auf Trauben, Pflaumen und in großer Menge auf der Frucht

der Muca paradisiaca, auf den Blättern der Mesembryanthemum-Arten und namentlich auf der Frucht von Myrica cerifera. Dieser Reif ist Wachs.

Sehr viele Algen schwitzen auf ihrer Oberfläche einen schleimigen Stoff aus, welcher von Mohl*) unter die Stoffe gezählt wird, die zwischen den Zellen vieler Phanerogamen gefunden werden sollen, und den er Intercellularstoff nennt, während Meyen denselben für ein Secret hält, welches dazu bestimmt ist, die Süßwasserconferven ebenso gegen die Einwirkung des Wassers zu schützen, wie viele Fische hierzu von einer schleimigen Hülle überzogen sind.

Von allen abscheidenden Organen gilt dieselbe gegebene Regel, daß sie nicht durch ihre Wände, sondern durch ihre Gestalt, ihre Stellung u. s. w. Theile von dem umgebenden Pflanzensaft dem allgemeinen Wechsel entziehen und dieselben besonderen Einflüsse aussetzen. Eine eigene Gruppe sehr kleiner oder sehr großer Zellen, die dicht oder tiefer an der Oberfläche liegt, muß einen anderen Inhalt bekommen, als der allgemeine Inhalt der Zellen der Pflanzen ist.

Leider kann man hierüber weiter nichts sagen; insbesondere ist noch kein einziges Organ in dieser Beziehung zu erklären. Das indessen mag man feststellen, daß Producte dieser allgemeinen Pflanzensäfte durch die abscheidenden Organe dem allgemeinen Einflusse, dem Stoffwechsel entzogen werden, die sich in sich selbst umsetzen und meistens auf Desoxydationsproducte hinauslaufen.

## Gase, die in den Pflanzen enthalten sind.

Man trifft in den Pflanzen viele Theile an, die mit Gasen gefüllt sind. Es würde unzweckmäßig sein, diese alle

*) Erläuterungen meiner Ansicht von der Structur der Pflanzensubstanz. Tübingen 1836.

als Organe, die zur Aufnahme von Gasen dienen, zu betrachten, weil Alles, was in den Pflanzen von wässerigen Flüssigkeiten leer bleibt, mit Luft erfüllt werden muß; weil man daher keinen eigentlich leeren Raum in den Pflanzen finden kann, so würde dieser Satz viel zu allgemein hingestellt sein, wenn man die luftenthaltenden Organe in den Pflanzen als eigentlich dazu bestimmte Luftgefäße ansehen wollte.

So ist es bekannt, daß das Mark von älteren Stämmen oder Zweigen ursprünglich sehr saftreich ist und später mit Luft erfüllt wird, und zwar geschieht dieses einfacher Weise dadurch, daß Flüssigkeit in den Zellen verbraucht und diese von derselben entleert und mit Luft gefüllt übrig bleiben. In demselben Falle befinden sich auch die Zellen der Oberhaut der Blätter, indem die Haare, die sich auf der Oberhaut bilden, von Anfang an saftfrei und lufthaltend sind.

So schwierig es auch ist, in Betreff der Organe in's Klare zu kommen, die zur Abscheidung dienen, so ist es dennoch möglich, die Gasart, die in den Raum eingeschlossen ist, zu bestimmen.

Man unterscheidet zwei verschiedene Arten luftführender Organe in den Pflanzen: Lufthöhlungen und Luftkanäle *) Die ersteren entstehen durch Vergehen des Zellgewebes, die zweiten durch Auseinandertreten der Zellenreihen. Die ersten sind sehr allgemein und entstehen beim Altern der Pflanzentheile. Sie dnrchlaufen häufig ganze Pflanzentheile, stehen aber mit der äußeren Luft in keiner unmittelbaren Verbindung, sie sind im Gegentheil stets davon abgeschlossen. Sie stehen daher in keinem Fall in Zusammenhang mit der Function der Pflanzen, Luft abzuscheiden, und können ganz und gar als passiv unter dem Einflusse der Atmosphäre angesehen werden. Zu solchen passiven luftführenden Organen müssen auch die blasenförmigen Luftsäckchen, die man bei Sargassum Columbi, Fucus vesiculosus

*) Meyen: Ueber die Secretionsorgane der Pflanzen. Berlin 1837.

und anderen antrifft, gezählt werden. Diese Lufthöhlungen darf man nicht mit den eigentlichen Luftkanälen verwechseln, die Luft, die in jenen Höhlen enthalten ist, giebt uns noch keine Vorstellung von Gasen, die in letzteren enthalten sind.

Die folgenden Versuche sind mit Luft aus solchen Lufthöhlungen angestellt.

Calvert und Ferrand haben (Ann. de Chim. et de Phys. Août. 1844 p. 477 en Journ. de Phys. et de Chim. Juin 1844 p. 433) die Gase untersucht, die in den Pflanzen gefunden werden und dabei auf die Organe, aus denen die Luft gewonnen wird, Rücksicht genommen. Mit Recht haben sie die Versuche, die mit von der lebenden Pflanze getrennten Theilen angestellt, wurden verworfen, weil man damit den Pflanzen zu viel Gewalt angethan hat, und man aus den gewonnenen Resultaten nicht entscheiden kann, ob sie ebenso für die lebenden Pflanzen gelten können. Dasselbe Urtheil fällen sie, und zwar mit Recht, über die Versuche, die man mit ganzen Pflanzen angestellt hat, die unter Glocken gestellt waren, indem dadurch die Luft derselben mit Wasserdampf gesättigt und die Perspiration der Pflanzen dadurch gehindert wurde und andere Functionen der Pflanze dadurch gestört sein konnten. Dasselbe muß der Fall sein, wenn sich eine zu große Menge von Kohlensäure oder Sauerstoff unter Glocken ansammelt. In einem Worte, man muß die Verrichtungen des Pflanzenreichs und Thierreichs durch Beobachtungen so viel als möglich nicht auf Proben stützen.

Da diesem Urtheil Niemand etwas entgegenstellen kann, so verfallen damit zugleich eine Menge der Versuche über Ein- und Ausathmen der Pflanzen, ebenso über das Ausdünsten, auf welches man kürzlich so viele Sätze in der Pflanzenphysiologie gebauet hat, und es waren die Untersuchungen von Calvert und Ferrand daher doppelt willkommen, Versuche, die sich in ihrem Verlaufe auf Pflanzen in ihrem natürlichen Zustande bezogen.

Durch die Versuche von de Saussure hielten Viele für

ausgemacht, daß grüne Pflanzentheile, der Luft ausgesetzt, beim Wechsel von Tag und Nacht Sauerstoff und Kohlensäure in verschiedenen Verhältnissen ein- und ausathmeten. Der eingeathmete Sauerstoff sollte in Kohlensäure verändert werden, die wiederum weiter zersetzt und beim Ausathmen als Sauerstoff nach außen tritt. Diese Zersetzung aber kann vollkommen oder unvollkommen sein und daher kann ein Gemenge von Kohlensäure und von Sauerstoff ausgeathmet werden. Bei Cactus Opuntia sah de Saussure Einathmungen von Sauerstoff bei Nacht und Ausathmungen von Sauerstoff bei Tage (Recherch. chim. sur la végétat. p. 66 et 82).

Bérard fand dagegen, daß unter Glocken gestellte Früchte, sowohl im Sonnenlichte als im Dunkeln, stets Kohlensäure von sich gaben.

Eben diese Dinge haben Calvert und Ferrand geprüft. Sie haben zuerst die Luft, die in den Hülsen von Colutea arborescens enthalten war, untersucht. Nach Bérard ist das Pericarpium derselben ganz und gar von der Luft durchdringbar, und besteht die darin enthaltene Luft aus denselben Bestandtheilen, als die atmosphärische. Calvert und Ferrand fanden im Gegentheil, daß sich dieses nicht so verhalte, daß ein Maximum von Kohlensäure des Nachts in den Früchten vorhanden war und daß von 5 Uhr Nachmittags bis 11 Uhr Abends der Kohlensäuregehalt um $1/5$ Proct. gestiegen war und so lange fort zunahm, bis durch die ersten Sonnenstrahlen des Tages der Kohlensäuregehalt vermindert wurde.

Die Früchte wurden erst in dem Augenblicke, wo sie untersucht werden sollten, von der Pflanze gepflückt und unter Quecksilber entzwei gemacht, um die darin enthaltene Luft zu sammeln. Sie wählten Früchte von verschiedenem Grade der Reife aus, und ebenso hellere oder bewölktere Tage und stellten die Versuche um 7 Uhr Morgens, um 12 Uhr, um 4 Uhr und um 11 Uhr Abends, vom 4. Juli bis Ende Septembers hin an. Da diese Früchte eines Monats zur Reife bedurften, und zu die-

ser Zeit die Untersuchungen angestellt wurden, so haben sie solche, die eine Woche sich zu entwickeln angefangen hatten, solche die 1 — 3 Wochen alt, und ganz und gar entwickelte, aber noch grüne, und durchscheinende, beinahe trockne, mit farbigen Samen versehene, untersucht. Das aufgefangene Gas haben sie getrocknet, gemessen, durch Kali die Kohlensäure hinweggenommen und mit Wasserstoff im Eudiometer die Sauerstoffmenge bestimmt. Die Resultate waren folgende.

Hülsen von mittlerem Alter.

| Stunden | Tageszeit | Sauerstoff in 100 Maßen | Kohlensäure in 100 Maßen | Sauerstoff u. Kohlens. zusammen |
|---|---|---|---|---|
| 11 | Nacht . . . . . . | 20,496 | 2,746 | 23,242 |
| 7 | Früh bewölkt . . . . | 20,673 | 2,618 | 23,291 |
| 12 | Mittag bewölkt . . . | 20,908 | 2,429 | 23,337 |
| 4 | Nachmittag bewölkt . . | 20,901 | 2,432 | 23,333 |
| 7 | Früh Sonnenschein . . | 21,086 | 1,907 | 22,993 |
| 12 | Mittag Sonnenschein . | 21,293 | 1,419 | 22,712 |
| 4 | Nachmittag Sonnenschein | 21,173 | 1,438 | 22,611 |
| | **Junge Hülsen.** | | | |
| 11 | Nacht . . . . . . | 20,583 | 2,639 | 23,222 |
| 7 | Früh bewölkt . . . . | 20,626 | 2,605 | 23,231 |
| 11 | Mittag bewölkt . . . | 20,766 | 2,446 | 23,212 |
| 4 | Nachmittag bewölkt . . | 20,743 | 2,475 | 23,218 |
| 7 | Früh Sonnenschein . . | 20,844 | 1,934 | 22,778 |
| 12 | Mittag Sonnenschein . | 21,032 | 1,762 | 22,794 |
| 4 | Nachmittag Sonnenschein | 21,246 | 2,098 | 23,344 |
| | **Alte Hülsen.** | | | |
| 11 | Nacht . . . . . . . | 19,297 | 2,942 | 23,239 |
| 7 | Früh bewölkt . . . . | 20,166 | 2,609 | 22,775 |
| 12 | Mittag bewölkt . . . | 20,626 | 2,461 | 23,087 |
| 4 | Nachmittag bewölkt . . | 20,595 | 2,475 | 23,070 |
| 7 | Früh Sonnenschein . . | 21,139 | 2,316 | 23,455 |
| 12 | Mittag Sonnenschein . | 21,246 | 2,106 | 23,532 |
| 4 | Nachmittag Sonnenschein | 20,676 | 2,107 | 22,783 |

Aus diesen Versuchen folgt, 1) daß die Luft von diesen Hülsen viel reicher an Kohlensäure ist, als die atmosphärische; 2) daß die Menge der Kohlensäure des Nachts größer ist als bei Tage; 3) daß Intensität und Dauer des Lichts beide die Kohlensäuremenge vermindern; 4) daß die Verminderung der Kohlensäure im Lichte in einem genauen Zusammenhange mit der Vegetation steht; 5) daß die Sauerstoffmenge zunimmt, so wie die Kohlensäuremenge abnimmt, d. h. zersetzt wird, so daß der Sauerstoffüberschuß unmittelbar aus der zersetzten Kohlensäuremenge abgeleitet werden kann; 6) daß die gegenwärtige Kohlensäure fast immer Stickstoff austreibt.

Aus diesen Versuchen geht ferner hervor, daß die Pflanzen auch ohne directen Einfluß der Sonnenstrahlen Kohlensäure zersetzen und daß diese Zersetzung mit der Dämmerung beginnt und den ganzen Tag hindurch fortgeht.

Eine andere Versuchsreihe haben sie mit Pflanzentheilen, die in Höhlungen Luft enthalten, übrigens auf dieselbe Weise angestellt. Auch diese Pflanzen haben sie unmittelbar darauf, wo sie frisch in der Erde vegetirend aufgenommen waren, dem Versuche unterworfen.

Heracleum Sphondylium . . 1
Angelica Archangelica . . . 2
Ricinus communis . . . . 3
Dahlia variabilis . . . . . 4
Arundo Donax . . . . . 5
Leicesteria formosa . . . . 6
Sonchus vulgaris . . . . 7

| | Volumina Kohlensäure | | | Volumina Sauerstoff | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | des Nachts | bei Tage | Vermehrung bei Nacht | des Nachts | bei Tage | Vermehrung bei Nacht |
| 1) | | 1,468 | | | 19,653 | |
| 2) | 2,581 | 1,766 | 0,815 | 20,364 | 19,784 | 0,580 |
| 3) | 3,078 | 2,721 | 0,357 | 18,656 | 16,876 | 1,780 |
| 4) | 3,133 | 4,881 | 0,252 | 18,823 | 18,119 | 0,204 |

| | Volumina Kohlensäure | | | Volumina Sauerstoff | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | des Nachts | bei Tage | Vermehrung bei Nacht | des Nachts | bei Tage | Vermehrung bei Nacht |
| 5) | 4,019 | 2,407 | 0,212 | 18,691 | 18,193 | 0,498 |
| 6) | 2,879 | 2,267 | 0,612 | 19,137 | 18,703 | 0,434 |
| 7) | | 2,326 | | 19,774 | 17,971 | 1,803 |

Die Luft, welche die Stengel enthalten, ist nach diesen Versuchen eine ganz und gar eigene, sie enthält mehr Sauerstoff und weniger Kohlensäure. Die Kohlensäure ist des Nachts in größerer Menge als am Tage darin vorhanden, die Differenz ist aber nicht so groß als in den Früchten. Auch die Menge des Sauerstoffs nimmt des Nachts zu, was also dem bei den Hülsen erhaltenen Resultate entgegengesetzt ist.

Calvert und Ferrand haben ferner die Luft, die in den Pflanzen enthalten ist, auf Ammoniak untersucht und diese wirklich darin gefunden. Sie haben die Mengen desselben mit Platinchlorid bestimmt und in Quantitäten von Platinsalmiak ausgedrückt. Leicestera formosa, Arundo donax, Ricinus communis, Phytolacca decandra und Hülsen von Colutea arborescens lieferten alle Ammoniak, und zwar bei Tage mehr als bei Nacht. Mengen von 1170 C. C. gaben z. B. 10 Milligr. Platinsalmiak. Die Angaben davon übergehe ich, weil dergleichen Versuche unmöglich ein richtiges Resultat liefern können.

Die genannten Luftinhalte sind also von der atmosphärischen Luft verschieden. Fragt man nach der Ursache dieses Gasgemenges, so lehren die Versuche von Calvert und Ferrand auf's Deutlichste, daß es einfacher Weise von der Atmosphäre herrührt, indem es mit dem Wasser des Bodens in die Pflanze eingedrungen ist, oder von derjenigen atmosphärischen Luft, die durch Pflanzentheile, die früher safthaltend waren, und ihren Inhalt durch Verdampfung verloren haben, dahin geführt, diesen leeren Raum ebenso einnahm, wie die leeren Markzellen oder Markhöhlungen. Die kleine Menge Kohlensäure, die darin

vorhanden und größer ist, als in der Luft, muß von der Kohlensäure, die überall im Pflanzensafte ist, abgeleitet werden. Daß diese Kohlensäure nichts mit Absonderung des Sauerstoffs oder Stickstoffs, oder der Aufnahme von Kohlensäure durch die Pflanzen zu thun hat, braucht nicht bemerkt zu werden.

Von ganz anderer Art sind die Luftkanäle oder Luftgänge, die eine regelmäßige Gestalt haben und zu den activen Luftbehältern zu gehören scheinen. Früher sah man die Spiralgefäße als die eigentlichen Luftkanäle an und glaubte man sogar, einen unmittelbaren Zusammenhang derselben mit den Spaltöffnungen gefunden zu haben. Es ist bereits gezeigt, daß, wenn schon Spiralgefäße nach einiger Zeit Luft führen, diese doch nicht diejenigen sind, die das Innere der Pflanze mit der Atmosphäre in eine unmittelbare Verbindung setzen. Die activen Luftkanäle sind säulenförmig, häufig scharfkantig, auf gewissen Zwischenräumen geschieden. Zuweilen sind diese Kanäle sehr lang und ohne Scheidewände, zuweilen sind sie durch eine Zellenreihe, zuweilen durch mehrere geschieden.

Die genannten Luftkanäle haben durch Spaltöffnung mit der Atmosphäre Gemeinschaft. Die Epidermiszellen und namentlich die Cuticula sind Hindernisse für den Luftzutritt zu den Pflanzensäften, die Diffusion hat durch poröse Körper, sowohl trockne als feuchte, in jedem Falle Statt; eine Gypsschicht und eine thierische Haut zeigen dieselbe namentlich stark. Die mit Wachs bekleidete Cuticula ist aber ein Hinderniß.

Die Luft aber, die durch die Spaltöffnungen der Luftkanäle in diese eindringt, ist vom Zelleninhalt nur durch dünne Häutchen von Cellulose getrennt, und es ist daher der Diffusion gute Gelegenheit gegeben. Die Ursache der Sauerstoff- und Stickstoffabscheidung ist ein Resultat des Stoffwechsels im Zelleninhalt, keinenfalls von Organen oder Zellenwänden, der Stoffwechsel tritt auf vielen Stellen der Pflanze ein, und diese ausgeschiedenen Gase und die aufgesogene Kohlensäure, die an vielen Orten der Pflanze zersetzt wird, haben häufig einen gro-

ßen Weg, sei es in Gasgestalt oder in wässerigem Safte gelöst, zurückzulegen, bevor sie an den Ort gelangen, woselbst die ersteren in die Atmosphäre übertreten, die letztere aber zersetzt wird. In den Luftkanälen aber wechseln die Gase nach den Gesetzen der Diffusion, freigewordener Stickstoff wird gegen Kohlensäure an diesem, freigewordener Sauerstoff gegen Kohlensäure an jenem Orte ausgewechselt, und während Kohlensäure in die Pflanzen eintritt, treten Sauerstoff und Stickstoff als Endresultate aus.

## Aufnahme von Kohlensäure und Entlassung von Gasen durch die Pflanzen.

Die Beziehungen der Pflanze zur Atmosphäre sind von ebenso viel Bedeutung, als diejenigen derselben zum Boden. Aus der Atmosphäre aber scheinen sie die größte Menge von Baustoffen zu entnehmen. Man hat den Pflanzen ein Athmen von derselben Art wie bei den Thieren zugeschrieben. Wo keine Lungen vorhanden sind, kann auch kein Athmen statthaben.

Gewiß ist so viel, daß die Pflanzen viel aus der Luft entnehmen und viel an die Luft abgeben. Sie geben vor Allem Sauerstoff ab und nehmen dafür Kohlensäure auf. Diese Erscheinungen, die durch so viele Naturforscher studirt sind, verdienen eine besondere Ueberlegung, und sind zwei Erscheinungen, die in keinem unmittelbaren Zusammenhange zu einander stehen. Die Aufnahme der Kohlensäure geschieht nach den Gesetzen der Diffusion der Gase, das Austreten des Sauerstoffs aber geht in Folge einer chemischen Zersetzung vor sich, wobei sauerstoffarme, feste oder tropfbar flüssige Körper gebildet werden, so wie dieses bereits bemerkt ist.

Was die Abscheidung des Sauerstoffs anbelangt, so ist darüber bei der Umsetzung der Pflanzenstoffe schon gehandelt. Er tritt aus den Spaltöffnungen, aus dem Zelleninhalte stammend, aus. Die Spaltöffnung trägt nichts zur Aussonderung des frei

gewordenen Sauerstoffs bei. Fehlen sie, so kann dieses Gas von der ganzen Oberhaut entweichen. Eine dicke wachshaltige Oberhaut aber verhindert das Entweichen derselben.

Die Meinung, daß die Ausscheidung des Sauerstoffs von der Oberfläche und nicht von der Masse der Blätter abhängig sei (de Saussure Rech. p. 57), hat die Vorstellung von der eigentlichen Natur derselben sehr beschränkt. Die Oberfläche hat mit dem Freiwerden des Sauerstoffs nichts zu thun, dieses Freiwerden ist von der Anzahl von Moleculen, die sich in einem desoxydirten Zustande befinden, abhängig, und steht mithin in einer unmittelbaren Verbindung zu der Masse des Blattes. Das Licht aber, welches die Oberfläche bescheint, dringt nicht tief unter die Oberfläche von fleischigen Blättern ein, und insofern, als dieses eine der Hauptbedingungen ist, um sauerstoffarme Körper zu erzeugen, so ist die Ausscheidung von Sauerstoff von dem Einflusse desselben abhängig.

Daher regelt sich die Ausscheidung des Sauerstoffs nach der Oberfläche mehr als nach der Masse der Blätter — nicht weil in der Oberfläche wirkende, abscheidende, auf geheimnißvolle Weise thätige Organe vorkämen — sondern weil sich der Einfluß des Lichtes auf moleculare Umsetzung nach der Oberfläche richtet. Könnte man z. B. die Zellenreihen eines Blattes, das 50 Lagen aufeinandergehäuft besitzt, alle neben einander stellen und somit die Oberfläche 50mal vergrößern, so würden die Stoffe, die in den häutigen Säckchen eingeschlossen sind, vielleicht 50mal so schnell ebenso sauerstoffarm geworden sein, als sie werden können, und also auch ebenso viel Sauerstoff abgegeben haben, als sie dessen fähig waren.

Außerdem, daß einige in den Pflanzen vorhandene Stoffe diese Neigung zum Sauerstoffverluste haben, besitzen sie auch das Vermögen, diese Neigung auf andere zu übertragen und selbst auf die Kohlensäure, die durch die Stomata der Luftkanäle eingeführt wird. Diese Kohlensäure, die aus sehr beständig vereinigten Bestandtheilen zusammengesetzt ist, wird unter diesen

Einflüssen zersetzt, sei dieses nun für sich, oder so, daß ihre Bestandtheile zu gleicher Zeit Verbindungen mit in den Zellen enthaltenen Stoffen eingehen. Auch hierüber ist schon früher gehandelt. Hier möge es genügen, darauf aufmerksam zu machen, daß zwischen Kohlensäureaufnahme und Sauerstoffausscheidung kein Verband statthat, außer insofern, als die aufgenommene Kohlensäure zersetzt und Sauerstoff daraus frei wird und somit eine neue Gelegenheit zur Aufnahme von Kohlensäure gegeben wird.

Die Versuche, die man über die Kohlensäureaufnahme und die Zersetzung der Kohlensäure in den Pflanzen angestellt hat, litten sämmtlich unter folgenden Schwierigkeiten.

Bei allen Veränderungen von sauerstoffreichen in sauerstoffarme Stoffe, die bei gesunden Pflanzen regelmäßig fortgehen, bei der Veränderung von Amylum z. B. in B. Chlorophyll. wird Sauerstoff entwickelt.

Durch diese Entwicklung aber, die in einem gewissen Sinne von den umgebenden Gasen abhängig ist, muß die Menge Sauerstoff in der Atmosphäre, worin der Versuch angestellt wird, zunehmen, wodurch die Reinheit der Resultate sehr beeinträchtigt wird.

Eine große Menge von Kohlensäure aber, die in der künstlichen Atmosphäre vorhanden ist, sättigt schnell alle Pflanzensäfte und feuchte Pflanzentheile, außerdem, daß die Pflanze selbst noch einen thätigen Einfluß darauf ausübt. Ein jeder CC. Pflanzensaft absorbirt ungefähr ein CC. Sauerstoff aus dem einfachen Grunde, weil es eine wässerige Flüssigkeit ist. Die Menge Kohlensäure muß daher noch durch andere Ursachen verringert werden, als aus der einzigen der Zersetzung durch die Pflanze selbst.

Sind endlich oxydirbare Stoffe in der Pflanze vorhanden, wie ätherische Oele, die in Harze übergehen können, so ist auch dieses eine Quelle der Verminderung des umgebenden Sauer-

stoffs und es entspringt hieraus noch eine Fehlerquelle für die aufgenommene Kohlensäure und den abgeschiedenen Sauerstoff.

Ich schicke diese Hindernisse bei den betreffenden Versuchen absichtlich voraus, damit man sich über die schwankenden Ansichten von dieser wohl bekannten Erscheinung und von den Abweichungen, die diese Versuche bei verschiedenen Pflanzen und unter verschiedenen Umständen stets darbieten müssen, Rechenschaft geben könne.

Es kann hier nicht meine Absicht sein, die vielen Versuche, die um die Kohlensäureaufnahme durch die Blätter zu beweisen, angestellt sind, aufzuzählen. (Sie sind von van Rees, Conn. de decompositione acidi carbonici in vegetatione Traj. ad Rhen. 1818 und Meyen, Phys. II. p. 144 und Anderen angegeben.) De Saussure, Grischow und Andere haben diese Function ebenfalls außer Zweifel gestellt, es sind aber dessenungeachtet durch diese Beobachter selbst und durch andere bis in die letzten Zeiten hin, so viel außerordentliche Dinge hierin bekannt geworden, und die dabei gemachten Fehler so sehr übersehen, daß aus der sehr weiten Kenntniß der hierher gehörigen Gegenstände nicht viel zu brauchen ist. Ich will davon ein paar Beispiele mittheilen.

Die Versuche von Schultz, mitgetheilt in einem Briefe an Flourens (Journ. de Phys. et de Chim. Octb. 1844 p. 299), daß die Pflanzen keinen Sauerstoff aus zersetzter Kohlensäure von sich gäben, sondern von zersetzten Pflanzensäuren, als Gallussäure, Aepfelsäure, Milchsäure, Weinsäure, Citronensäure, scheinen zu viel zu beweisen. Wenn Pflanzen, die man in die Auflösungen dieser Säuren stellt, in demselben Maße Sauerstoff von sich gäben, wie diese Säuren aus den Auflösungen verschwinden, so ist damit noch keinenfalls erklärt, was in dem natürlichen Zustande damit vorgeht. Vorausgesetzt, daß eine Pflanzensäure wirklich zersetzt wird und Sauerstoff von sich giebt, indem sie andere Stoffe bildet, die zurückbleiben, so bleibt

immer die Frage, woher denn die Aepfelsäure, Weinsäure &c. kommt.

Diese Versuche von Schultz beweisen nichts gegen die Aufnahme von Kohlensäure, nichts gegen die Kohlensäure als Quelle neuer Stoffe in den Pflanzen, die ihrerseits zersetzt werden und endlich zu einer Sauerstoffausscheidung Veranlassung geben müssen. Sie lehren ferner, was aus der Geschichte vom Humusextract bekannt und durch keinen einzigen Versuch widerlegt ist, daß die Pflanzen sowohl organische als unorganische Körper aufnehmen können, und daß die organischen in die Pflanzen getreten und den Ursachen des Stoffwechsels ausgesetzt, in der Art chemisch umgesetzt werden, daß sie Nahrungssaft genannt werden mögen.

Hoffmann hat (Ann. de Chim. et de Phys. Févr. 1845 p. 242) einige Versuche über die Entwicklung von Kohlensäure durch verschiedene Pflanzen bekannt gemacht. Er stellte sie frisch abgeschnitten in einen Strom trockner kohlensäurefreier Luft, trocknete die von der Pflanze weiterströmende Luft und leitete sie in Kali. Bei den nachstehenden Pflanzen bekam er auf 100 Grm. feuchter Pflanzen in 100 Min. die angegebenen Quantitäten entwickelter Kohlensäure:

| | |
|---|---|
| Agaricus detonsus . . . . | 0,272 |
| Hydnum repandum . . . | 0,032 |
| Agaricus puniceus . . . . | 0,015 |
| Russula emetica . . . . . | 0,032 |
| Hypnum triquetrum . . . | 0,212 |
| Hypnum tamariscinum . . . | 0,087 |
| Euphorbia Peplus . . . . | 0,019 |
| Urtica urens . . . . . . . | 0,048 |
| Cichorium endivia . . . . | 0,023 |

Die Kohlensäure, von der hier die Rede ist, beweist für den natürlichen Zustand nichts. In dem trocknen Luftstrome muß nothwendig kohlensaures Wasser verdampfen, so daß das Kali Kohlensäure aufnehmen muß, und es haben ferner Cal-

vert und Ferrand und ebenso Draper bewiesen, daß man gasförmige Kohlensäure in den Pflanzen findet.

So ist denn ein Heer von Versuchen über die Kohlensäure-entwicklung der Pflanzen angestellt, die aber leider für die Wissenschaft keinen Werth haben.

Zu denen, die den Schein der Tüchtigkeit tragen, gehören die folgenden.

Draper hat nämlich wichtige Versuche über die Einwirkung des Lichtes auf die Zersetzung der Kohlensäure durch die Pflanzen (Annal. de Chim. et de Phys. Juin 1844 p. 214) angestellt. Zuerst hat er ausgemittelt, in wie weit die Versuche von de Saussure und Daubeny richtig angestellt waren, daß ferner auch Stickstoff mit dem in den Pflanzen entwickelten Sauerstoffgase gemengt war, und daß diese Entwicklung wirklich vom Sonnenlichte abhängt.

Stellt man diejenigen Versuche Draper's bei Seite, aus welchen der Einfluß der verschiedenen farbigen Lichtstrahlen hervorgeht — die für die Kenntniß des Lichtes von großem Belange sind, indem sie lehren, daß die größte Menge von Gas, welche die Blätter entwickeln, durch das gelbe und grüne Licht, und mithin durch die leuchtenden, nicht aber durch die titonischen oder warmen Strahlen hervorgebracht wird — so ist es für unseren Zweck von Wichtigkeit, das weiter zu verfolgen, was er über diese Entwicklung mitgetheilt hat.

Außer einer größeren oder geringeren Menge Kohlensäure, die er dem entwickelten Gase beigemengt fand, sammelte er die folgenden Gasmengen, nachdem er die Pflanzen in luftfreies kohlensäurehaltiges Wasser gestellt und dem Sonnenlichte ausgesetzt, und die Pflanzen selbst wieder zuvor erst in kohlensäurehaltiges Wasser gelegt hatte, um alle in ihnen enthaltene Luft erst durch Wasser aufzunehmen.

| | Sauerstoff | Stickstoff |
|---|---|---|
| Pinus taeda . . . | 16,16 | 8,34 |
| » » . . . . | 27,16 | 13,84 |

| | Sauerstoff | Stickstoff |
|---|---|---|
| Pinus taeda . . . | 22,23 | 21,67 |
| Poa annua . . . . . | 90,00 | 10,00 |
| » » . . . . . | 77,99 | 22,10 |

In jedem Falle entwickelte sich mit dem Sauerstoffe auch Stickstoff und es scheint ein bestimmtes Verhältniß unter den Mengen dieser beiden Gase stattzufinden. Die Stoffe, die er anwandte, um gefärbtes Licht hervorzubringen, wie z. B. zweifach chromsaures Kali, hatten weder auf die Mengen, noch auf die Beziehungen der beiden Gase zu einander einen Einfluß.

Aus diesen beiden Versuchen ist nur der Satz, der schon durch viele ältere Versuche in die Wissenschaft übergegangen war, bestätigt, daß die Blätter Kohlensäure zersetzen und Sauerstoff abscheiden; die große Menge Stickstoff, die der Kohlensäure beigemengt ist, verdient eine besondere Ueberlegung. Ist sie stets so groß, so müßte die Lehre, daß die Pflanzen allein die Kohlensäure zersetzen, hinwegfallen. Von woher anders käme diese große Menge Stickstoff, als von zersetzten stickstoffhaltigen Massen. Wäre es dagegen Stickstoff aus der Atmosphäre und hätte Draper also sein angewandtes Wasser nicht davon befreit, so müßte das Resultat ganz und gar sonderbar erscheinen, denn es hätten dann erstens auf 79 Stickstoff 21 Th. Sauerstoff entwickelt werden müssen, abgesehen von dem Sauerstoffe, der aus zersetzter Kohlensäure herrührt.

Dieses Resultat, daß wirklich stickstoffhaltige Körper neben Kohlensäure, die in Zersetzung begriffen ist, selbst mit zersetzt werden, ist durch andere, mit kohlensauren Salzen angestellte Versuche von Draper auf's Deutlichste erwiesen.

Namentlich durch einfach oder zweifach kohlensaure Alkalien, kohlensaures Kali oder Natron, die man in luftfreiem Wasser auflöst und wohinein Blätter gebracht wurden, sah er ebenfalls, daß Sauerstoff und Stickstoff ausgetrieben wurden. In reinem Wasser wird nichts entwickelt.

Im Dunkeln hatte bei den Auflösungen der kohlensauren

Salze ebenso wenig Gasentwicklung Statt, als bei kohlensaurem Wasser, so wie sie aber in diesen Lösungen dem Lichte ausgesetzt wurden, so fing die Entwicklung an und enthielten sie eine große Menge Sauerstoff. Eine Verschiedenheit zwischen der Gasmenge, die aus einfach oder zweifach kohlensaurem Salze, welches, um es in Sesquicarbonat zu verwandeln, gekocht war, konnte er nicht ausfindig machen. Von den kohlensauren Salzen, die in den Pflanzen vorkommen, ist daher, wenn sie in die Blätter treten, ebensowohl eine Zersetzung zu erwarten, als von der Kohlensäure, die im Pflanzensafte aufgelöst ist, und durch die Wurzel mit dem Regenwasser, worin sie gelöst ist, aufgenommen wurde. So wie aber die Kohlensäure, die an eine Basis gebunden ist, zersetzt wird, muß auch die Base frei werden und zur Sättigung anderer Körper, als neu gebildeter Säuren, oder zur Vereinigung mit anderen sogenannten indifferenten Stoffen als Dextrin, Cellulose u. s. w. dienen können.

Ammoniaksesquicarbonat gab dieselben Resultate und zwar ein Gasgemenge, welches gegen 90 Proc. Sauerstoff enthielt. Das Ammoniak wurde also dabei nicht zersetzt, sondern gebunden oder zu anderen Zwecken benutzt.

Eine Zersetzung der stickstoffhaltenden Körper und die von Kohlensäure, sei es von freier oder von an Basen gebundener, ist also das, was das Licht — nach Draper sowohl das directe als indirecte — auf die Pflanzentheile, auf die es fällt, ausübt. Es wird mithin eine große Menge von stickstoffhaltenden Stoffen bloß dazu verbraucht, und es hat uns Draper somit in den Stand gesetzt, einen neuen Blick auf den Dienst der stickstoffhaltigen Bestandtheile zu werfen, der in der jetzigen Zeit viel zu ausschließlich als vorzugsweise zur Thierernährung bestimmt, dargestellt wird. In Hinsicht auf diesen stickstoffhaltigen Körper müssen daher zwei Wirkungen unterschieden werden, nämlich Bildung und Zersetzung desselben. Die letztere geht unter dem Einflusse des Lichtes vor sich, die erstere im Dunkeln, in denjenigen Pflanzentheilen, die dem Lichte entzogen

sind; wir sahen (S. 724), daß es Gründe giebt, um die Bildung dieser Stoffe in den Wurzelfasern anzunehmen.

Man kann zweitens aus der zersetzenden Wirkung des Lichtes auf Kohlensäure der Blätter und auf die nicht zersetzende der Dunkelheit ableiten, daß in der Wurzel, im Stamme, kurz überall, wohin das Licht nicht durchdringen kann, keine Kohlensäure zersetzt und somit auch kein Sauerstoff frei wird. Daher kommt es denn auch, daß die Blätter und andere grüne Theile an B. Chlorophyll., Wachs, zunehmen, daß in den Samen sich Fette ausbilden, während diese im Stamme, in den Wurzeln und anderen dem Lichte unzugänglichen Theilen gar nicht oder nur spärlich, und dann nur in Folge der Saftverbreitung gefunden werden, weil sie an diesen Orten nicht gebildet werden.

Es ist nun vom chemisch-physiologischen Standpunkte aus von noch mehr Gewicht, nachzuforschen, was für Producte solche Pflanzen, die im Dunkeln vegetiren, liefern, was überhaupt darin fehlt und was die Stelle derjenigen ersetzt, die im Lichte sonst gebildet wären. Draper führt ferner an, daß in den Pflanzen, namentlich in den Spiralgefäßen, Luft vorhanden sei, von 88 — 94 Proc. Stickstoffgehalt. Es ist hier nicht der Stickstoff aus den obengenannten Quellen der Gasentwicklung abzuleiten, denn, nachdem durch das luftfreie, zum Versuche angewandte kohlensaure Alkali alles Gas und somit auch der Stickstoff ausgetrieben war, gaben die Blätter, der Luft ausgesetzt, wiederum ein Gemenge von Sauerstoff und Stickstoff, worin die Menge Stickstoff etwas geringer war — so wie es natürlich sein mußte — aber nicht in der Weise, daß der Satz: daß ein eigener stickstoffhaltender Körper in den Blättern zersetzt werde, unrichtig ist.

Der Stickstoff, den die Spiralgefäße enthalten, hat wahrscheinlich keine andere Quelle als die Atmosphäre, die durch die Säfte der Wurzeln aufgelöst und aufgesogen wird. Der Sauerstoff dieser atmosphärischen Luft muß zu mancherlei Stoffen verbraucht sein, und indem der Stickstoff unverbunden

übrig bleibt, bewegt er sich durch die vorhandenen Räume, die Spiralgefäße und Intercellulargänge fort, um an der Oberfläche der Blätter auszutreten.

In Beziehung auf die Mengen des durch Licht entwickelten Gases fand Draper, daß sie stets vollkommen gleich groß waren. Bei einem Versuche, in welchem er 20 Maß Kohlensäure angewandt hatte, bekam er 20 Maß des Gemenges von Sauerstoff und Stickstoff. Damit stimmt ein Versuch von de Saussure überein (Réch. chim.). De Saussure stellte 7 Schößlinge von Vinca pervinca in eine Glocke, die mit Quecksilber abgesperrt war; das Quecksilber war mit etwas Wasser bedeckt, um das Verdunsten desselben zu verhindern. Es waren in der Glocke:

| | Vor dem Versuche | Nach 7 Tagen |
|---|---|---|
| Stickstoff . . . | 4199 C. C. | 4338 C. C. |
| Sauerstoff . . . | 1116 | 1408 |
| Kohlensäure . . | 431 | 0 |
| | 5746 | 5746 |

Dieser Versuch sollte lehren, daß nicht bloß alle Kohlensäure aufgesogen, sondern auch Sauerstoff und Stickstoff dafür in die Stelle getreten waren, und zwar 291 Sauerstoff und 139 Stickstoff, die zusammen 431 C. C. oder gerade so viel ausmachen, als Kohlensäure vor dem Versuche vorhanden war.

Ich glaube aber, daß dieses einfache Verhältniß hier zufällig ist. Die Kohlensäure ist zu organischen Körpern zersetzt, die unmöglich in allen Pflanzen dieselben sein können. Die Menge frei gewordenen Sauerstoffs kann daher unmöglich beständig sein. Bei solchen Verschiedenheiten kann unmöglich eine constante Menge eines stickstoffhaltigen Körpers, der Zersetzung von der Kohlensäure, gefordert werden.

Draper selbst fand, daß sich gegen Ende der Operation mehr Stickstoff entwickelte, als im Anfange, was nicht anders zu erklären ist, als daß der stickstoffhaltende Körper, der den Stickstoff liefert, in intermediären Verbindungen zersetzt wird, während er die Zersetzung der Kohlensäure befördert oder her-

vorruft, und erst bei weiterem Verlaufe der Einwirkung selbst in Stickstoff zersetzt wird. Im einen wie im andern Falle ist damit das Zufällige dieses Verhaltens nachgewiesen.

Es ist nöthig, daß wir uns von der wichtigen Erscheinung, die wir betrachten, nähere Rechenschaft geben. Daß Kohlensäure durch die grünen Pflanzentheile aufgenommen und Stickstoff und Sauerstoff abgeschieden wird, ist gewiß. Damit aber verstehen wir die Erscheinung nicht. Aus den Versuchen von Draper folgt, daß stickstoffhaltige Stoffe in den Pflanzen in ihre Elemente zerlegt werden. Von wo anders her kommt sonst der Stickstoff, den die Pflanzen ausscheiden? Ist dieser das Pflanzeneiweiß, was diesen Stickstoff liefert, hört dieser auf Eiweiß zu sein, und kann er, indem er eine Veränderung erleidet, zum Entstehen von C. Chlorophyll (S. 281) von Pflanzenalkalien und anderen stickstoffhaltigen Körpern, die weniger Stickstoff enthalten, Veranlassung geben? Die in Umsetzung begriffenen Theile des Eiweißes liefern daher Stickstoff, indem sie neue Körper bilden. Die Veränderung geht vor sich, wo die neuen Körper entstehen, d. h. im Zelleninhalte, der sie aufnimmt. Darin wird denn auch der Stickstoff frei gemacht. Er ist in dem Zelleninhalte enthalten, so lange bis er durch Diffusion ausgetauscht werden kann und ist darin aufgelöst. Wasser kann eine meßbare Menge Stickstoff aufnehmen, ebenso wie vom Sauerstoff (S. 135). Der Saftwechsel der Zellen führt den Stickstoff mit sich und unter anderen auch nach den Luftkanälen, in welchen er durch Diffusion gegen Kohlensäure ausgetauscht wird und somit in die Atmosphäre durch die Stomata entlassen werden kann.

Der Stickstoff ist daher ein Endproduct des Stoffwechsels in den Pflanzen, ebenso wie die Kohlensäure ein Endproduct des Stoffwechsels bei den Thieren ist; oder will man eine noch entsprechendere Vergleichung: es ist der Stickstoff ebenso ein Endproduct der Zersetzung des Proteins durch die Pflanzen, wie

Harnstoff (anomales harnsaures Ammoniak) ein Endpunkt des Stoffwechsels bei den Thieren ist.

Eine ganz andere Art von Körpern muß der durch die Pflanzen entwickelte Sauerstoff geben. Welche diese eigentlich sind, die Kohlensäure ausgenommen, ist unbekannt. Es ist aber gewiß, daß der Sauerstoff ein Product des Stoffwechsels von in den Pflanzen vorhandenen Stoffen ist. Einige derselben kennen wir, namentlich die Stärke, von der man es als bewiesen annehmen kann, daß sie hier und da in Fett übergeht, indem sie Sauerstoff abgiebt (S. 268). Dieses aber entsteht aus Dextrin, das Dextrin aus uns unbekannten Stoffen. Genug, es muß bei der Entstehung von sauerstofffreien oder sauerstoffarmen Körpern, z. B. von ätherischen Oelen und Fetten aus sauerstoffreicheren, z. B. Stärke, Sauerstoff frei werden.

Auf dieselbe Weise, wie dieses bei dem Stickstoff gesagt ist, wird auch dieser Sauerstoff im Pflanzensafte aufgelöst und bleibt darin, bis er durch ein anderes Gas, durch eine Zellenmembran kann ausgetauscht werden und zwar nach den Gesetzen der Diffusion. Er kann sich daher in den Lufthöhlen anhäufen, um nachher durch die Spaltöffnungen nach außen ausgetrieben zu werden und in die Atmosphäre überzugehen.

Man hat sich sehr mit Unrecht die Vorstellung gemacht, daß die in die grünen Pflanzentheile eindringende Kohlensäure ihren Kohlenstoff zurückließe und ihren Sauerstoff frei mache. Es ist kein einziger Beweis für diesen Satz anzuführen, der zeigte, daß dieses direct geschehen kann. Es ist im Gegentheil viel Grund, um gegenwärtig die Vorstellung als unchemisch zu verwerfen. Die Kohlensäure soll die Elemente vom Wasser aufnehmen und einen oder auch mehrere noch aufzusuchende Stoffe bilden oder sich mit mehreren bereits vorhandenen Körpern vereinigen, kurz die Kohlensäure der Atmosphäre, die in den Luftkanälen und also in den Pflanzen der pflanzensafthaltenden Zellen zugeführt wird, die Kohlensäure, die gegen ausgetauschten Sauerstoff und Stickstoff in den Pflanzensaft tritt, wird da

nicht auf einmal in Sauerstoff, der wieder zurückgeht, und in Kohlenstoff, der ohne weiteres verbunden wird, geschieden. Solche Vorstellungen — ich wiederhole es — sind durch nichts bestätigt.

Desoxydationen der Nahrungssäfte und Verbindungen der Elemente in vielerlei Beziehung, hier und da Oxydationen, kurz, Wechsel der Bestandtheile ist es, was uns das Pflanzenreich mit seinen tausenderlei Bestandtheilen vor die Augen führt. Die Neigung geht im desoxydirenden Sinne, deshalb aber zerfällt die Kohlensäure noch nicht unmittelbar in Kohlensäure und Sauerstoff.

Die Art und Weise, wie die Kohlensäure durch die Pflanze aufgenommen und der Sauerstoff und Stickstoff ausgetrieben wird, ist einfacher Weise Diffusion. Kein Athemholen, kein Einsaugen von Kohlensäure, kein Ausathmen von zwei anderen Gasen findet hier Statt. Mit der Luft dringt das halbe Tausendtheil Kohlensäure, was darin enthalten ist, durch die Stomata in die Luftkanäle ein und ist dann nur durch eine dünne Zellenwand vom Zellensafte geschieden, von einem Zellensafte, der Sauerstoff und Stickstoff enthält. Nach dem Austausche diffundirt der Sauerstoff und Stickstoff der Pflanzen mit der Atmosphäre, die im Luftkanale eingeschlossen ist, und ebenso diffundirt stets die Kohlensäure der äußeren Luft mit und tritt durch das Stoma ein. Ebenso als hätte man in einem engen Rohre Kohlensäure, am oberen Ende desselben Sauerstoff und Stickstoff, am unteren aber ein Gemenge von 79 Stickstoff und 21 Sauerstoff.

Hiergegen wird vielleicht angeführt, daß in der That eine mehr active von den Pflanzen ausgehende Wirkung in dem Austreiben des Sauerstoffs sichtbar ist, wenn man grüne Pflanzentheile in kohlensaures Wasser oder in eine verdünnte Auflösung von kohlensauren Salzen dem Sonnenlichte aussetzt. Das Austreiben ist nicht mehr activ, es lehrt uns das Gesetz der Diffusion, daß es stattfinden muß. Die Kohlensäure tritt in

den Pflanzensaft, der Sauerstoff tritt aus. Letzterer aber ist viel weniger im Wasser auflöslich und muß sich deshalb vorzugsweise wie ein freies Gas in dem Wasser, was die Pflanzen bedeckt, verhalten. Alle austreibenden Ursachen im gewöhnlichen mechanischen Sinne genommen, sind hier auf einmal im Ueberfluß vorhanden, der Austausch von Kohlensäure und Sauerstoff, die Leichtlöslichkeit der ersteren, die Schwerlöslichkeit des letzteren im Wasser sind genügend, um die Erscheinung zu erklären. Der Wasserstoff diffundirt so stark durch eine Gypslage — unter Austausch mit atmosphärischer Luft — daß, wenn man den Versuch über der Wasserwanne macht, eine ansehnliche Wassersäule dadurch über den Wasserspiegel emporsteigt. Nach Graham haben $CO^2$, N und O gleichviel Zeit nöthig, um durch eine Gypslage hindurchzudringen.

Es verdient noch besondere Anmerkung, daß die Luftkanäle der Pflanzen, die durch die Stomata mit der Außenluft Gemeinschaft haben, nicht tief in das Pflanzengewebe eindringen, sondern in der That nur flach genannt werden müssen. Die Veränderung der Atmosphäre müßte sich deshalb auf den Orten durch besondere Producte bemerklich machen, wenn nicht die obengenannte Vertheilung der Gase durch den Zellensaft und ihre stufenweise Entstehung oder Zersetzung wirklich zugleich mit stattfände. Die an die Luftkanäle angrenzenden Zellenreihen liefern nichts Besonderes in den Inhalt, und es ist daher nicht allein hier, sondern überhaupt durch das Pflanzengewebe, welches vom Lichte getroffen wird, die Entstehung von neuen Stoffen aus der Kohlensäure, das Freiwerden von Stickstoff und Sauerstoff, verbreitet. Daher kommt es denn auch, daß von der aufgenommenen Kohlensäure wiederum ein Theil nach außen getrieben werden kann, in die Organe, die kohlensäurehaltenden und von wo anders her herbeigeführten Zellensaft enthalten, die aber nicht im Stande sind, die Kohlensäure in neue Verbindungen aufzunehmen, weil sie keinen dazu tauglichen Inhalt einschließen.

Die Versuche von Calvert und Ferrand (S. 844) leh-

ren uns einen solchen Kohlensäuregehalt der Gase kennen, die in den Pflanzen in größeren Höhlungen eingeschlossen sind. Diese Kohlensäure ist entweder aus dem Regenwasser des Bodens, oder aus der Atmosphäre her abstammend, vom Zellensaft aufgelöst und mit anderen Gasen, die jene Höhlungen anfüllen, gemengt und stammt aus dem Zellensafte, der an dieselben angrenzt. Ein directer Beweis, daß die Kohlensäure erst ein gasförmig aufgelöster Bestandtheil des Saftes wird und erst später und an einem anderen Orte neue Producte, aber diese nicht einmal jeder Zeit bildet.

Hierdurch aber werden wir von selbst auf die wohlbekannte Erscheinung, daß Pflanzen auch im Dunkeln Kohlensäure von sich geben, geführt. Diese ist im Pflanzensafte gelöste Kohlensäure. Der Impuls des Lichtes, der das Chlor und den Wasserstoff auf einmal zu Salzsäure verbindet, und der in den Pflanzen so mancherlei chemische Wirkung erregt, ist zur Scheidung von sauerstoffarmen oder sauerstofffreien Körpern behülflich. Dieses ist eine der ersten Bedingungen der Kohlensäureaufnahme durch die Luft, die in den Luftkanälen vorhanden ist, denn durch den Austausch des einen Gases gegen das andere geht diese Kohlensäureaufnahme von Statten. Das Licht ist die Ursache der Bildung von sauerstoffarmen Körpern in den Blättern, das Licht ist also die Ursache des Austausches von Kohlensäure gegen Sauerstoff und daher die Quelle der Aufnahme von Kohlensäure durch die Pflanzen.

Im Dunkeln aber verbinden sich Chlor und Wasserstoff nicht auf einmal, im Dunkeln fehlt die Neigung der Bestandtheile des Blätterzellensaftes in stets desoxydirendem Sinne neue Körper zu bilden, es findet somit im Dunkeln auch keine Bildung von Sauerstoff in den Bestandtheilen der an die Luftkanäle angrenzenden Pflanzensäfte Statt. Ein Austausch von Sauerstoff gegen Kohlensäure der Luftkanäle kann nicht sogleich stattfinden. Im Dunkeln dagegen folgen die Stoffe der Blätter dem sehr bekannten Gange der chemischen Stoffe, sie oxydiren

sich nämlich, verbrauchen den noch vorhandenen Sauerstoff des Pflanzensaftes und machen diesen sauerstoffarm. Die früher aufgenommene und noch nicht veränderte Kohlensäure, die noch im Safte aufgelöst ist, findet sich nun zu einem Gemenge von 79 Stickstoff und 21 Sauerstoff und einem halben Tausendtheil Kohlensäure in einem umgekehrten Verhältnisse, sie wechselt mit den Bestandtheilen der Luft, und während diese noch immer in den Zellensaft gehen, tritt die Kohlensäure nach außen und entweicht in die Atmosphäre.

Diese Erscheinung, die die Pflanzen des Nachts zeigen und welche die umgekehrte von derjenigen ist, die sie bei Tage vollführen, lehrt uns den kräftigen Einfluß des Lichtes auf den Chemismus der Pflanzenbestandtheile kennen, Stoffe, die in dieser Beziehung noch ganz und gar nicht studirt sind. Das, was im Dunkeln vorgeht, kann verhältnißmäßig nur gering zu dem sein, was am Tage geschieht. Denn mehr als das nicht verbrauchte und in der Nähe der Luftkanäle befindliche Kohlensäuregas kann im Dunkeln gegen die atmosphärische Luft nicht ausgetauscht werden, und die Kohlensäurezunahme ist daher stets zum Vortheil der Pflanzen, namentlich bei langen Tagen. In kurzen Tagen kann der Verlust des Nachts den Gewinn bei Tage aufwiegen und bei einer kunstmäßig hergestellten Dunkelheit wird die Sauerstoffaufnahme allmälig so groß, daß das grüne Chlorophyll oxydirt und farblos wird, so daß Chlorosis eintritt.

Von diesem Austausch der aufgenommenen atmosphärischen Luft und der ausgetriebenen Kohlensäure des Nachts kann ein Theil des Stickstoffs herrühren, den die Pflanzen von sich geben, wie viel dieses aber betragen mag, ist noch durch keinen Versuch ermittelt. Es verdient dieser Gegenstand aber eine besondere Untersuchung, die sehr wohl anstellbar ist.

Aus dem Angeführten geht hervor, daß Pflanzen, die man in Stickgas gebracht hatte, und die Kohlensäure und Sauerstoff von sich gaben, diese beiden Gase geben müssen, insofern man Sauerstoff zum Versuche anwandte, daß sie aber Stick-

stoff und Sauerstoff geben müssen, wenn man reine Kohlensäure zum Versuche angewandt hat. Die Kenntniß von den einfachen physischen Erscheinungen der Diffusion lehrt uns dieses sehr deutlich.

Die Menge Sauerstoff und Stickstoff endlich, die die Pflanzen bei einer normalen Zersetzung der Kohlensäure von sich geben, muß zuerst von dem Diffusionsvermögen der Gase und außerdem noch von vielen anderen Umständen abhängen.

Von diesen nenne ich nur einen, nämlich die Art der Stoffe, aus denen die Pflanze besteht. Unter übrigens gleichen Umständen muß eine Sagopalme mehr Sauerstoff entwickeln, als eine Oxalisart bei gleicher Kohlensäureaufnahme. Indem hier von $2\,CO^2$ nur $O$ entwickelt werden kann, um Kohlensäure $C^2O^3$ zu bilden, muß — bei übrigens gleichen Verhältnissen — aus einer Oxalisart viel weniger Sauerstoff entwickelt werden, als aus der Sagopalme, die aus $12\,CO^2 + 10\,H^2O$ schließlich $C^{12}H^{20}O^{10}$ bildet und $O^{14}$ an die Luft entläßt. Im ersten Falle treten von $12\,CO^2$ nur $O^6$ nach außen, im anderen Falle $O^{24}$.

Dieses Beispiel mag genügen, um zu zeigen, daß man es allein den Fehlern der Versuche zuzuschreiben hat, wenn man danach die Behauptung aufstellte, daß die Pflanzen ungefähr so viel Sauerstoff lieferten, als sie Kohlensäure zersetzt haben. Eine solche Gleichförmigkeit in den Producten der Pflanzennahrungsstoffe ist nicht vorhanden und somit ist auch dieses Gesetz nicht richtig. Fügt man zu der Verschiedenheit der Stoffe der Pflanzen die Verschiedenheit des Wachsthums im Bedarf an neuen Massen der 4 organischen Elemente, also auch an Sauerstoff, so sieht man wohl, daß die genannte Regel nur beweist, wie roh die Wissenschaft noch in ihren Erklärungen der Natur zu Werke geht.

Aus dem Mitgetheilten muß es zur Genüge hervorgegangen sein, daß die abgehandelte Erscheinung der Pflanzen mit dem Athemholen der Insecten — die übrigens keinen Athem

holen — verglichen werden kann, in deren Tracheen auf dieselbe Weise ein Austausch zwischen Kohlensäure, die austritt, und Sauerstoff, der in die Nahrungsflüssigkeit eintritt, stattfindet. Will man aber die abgehandelte Verrichtung der Pflanzen mit dem Athmen der höheren Thiere vergleichen, so ist die Vergleichung noch richtig, wenn man nur das Holen des Athmens ausschließt. (Man sehe d. Athmen d. Thiere.)

Die Wasserpflanzen verhalten sich in der besprochenen Verrichtung — die man mit einem besonderen Namen bezeichnen sollte — ebenso wie die Fische bei ihrem sogenannten Athemholen. Die Wasserpflanzen, die von Spaltöffnungen frei sind, liefern der im Wasser gelösten Kohlensäure durch die äußerste Schicht ihrer Zellen günstige Umstände zum Austausch des abgesonderten Sauerstoffs, ihre Function ist in diesen ebenfalls nach den oben angegebenen Gesetzen bestimmt.

Dieser wesentliche Unterschied ist zwischen dem Athmen der Thiere und dem der Pflanzen, daß die letzteren Sauerstoff geben und die ersteren aufnehmen, während die letzteren im Gegentheil Kohlensäure aufnehmen und die Thiere dieselbe von sich geben. Da nun die Kohlensäure auch Kohlenstoff in die Pflanzen einführt, so haben Einige das Athmen der Pflanze unter dem Nährungsprocesse aufnehmen wollen, was gewiß weniger ein Wortspiel ist, als daß man das thierische Leben eine Verbrennung nennt, weil die Thiere Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure dafür in die Stelle geben. Die Kohlensäure liefert die größte Masse der Pflanzen.

## Ausdünstung.

Die Ausdünstung der Pflanzen ist von einem sehr großen Einflusse auf den Stoffwechsel, der in denselben vor sich geht. Die mit einer wässerigen Flüssigkeit gefüllten und davon in Folge dessen durchdrungenen Pflanzentheile müssen in trockner Luft viel, in feuchter Luft weniger von ihrem Wasser nach den bekannten Gesetzen abgeben. Es liegt in diesen Verrichtungen

kein besonderes Vermögen. Ein Pfahl und ein Baumstamm, ein Stock und ein Zweig eines Baumes, ein feuchtes Tuch und Pflanzenblätter verlieren sämmtlich von ihrem Wassergehalte, wenn sie trockner Luft ausgesetzt werden. Die Verdampfung geht im Winter wie im Sommer vor sich, denn selbst das Eis verdampft und nimmt an Quantität ab, indem es seine Theilchen an die Atmosphäre abtritt. In lebenden Pflanzen aber stellt sich das verdampfende Wasser des Sommers aus dem Boden, in dem Maße als dieses darin vorhanden ist, wieder her, und mit diesem Wasser werden die in demselben gelösten Stoffe in die Pflanzen geführt, während beim Verdampfen nur reines Wasser aus denselben austritt. (VIII. Kapitel.)

Mit Unrecht hat man die Stomata als den Ort betrachtet, an welchem die Verdampfung ausschließlich statt hat. Es ist wahr, daß die Cuticula und die Epidermiszellen von einer solchen Art sind, daß sie das Verdampfen des Wassers der saftreichen darunter liegenden Zellen nicht befördern, die Cuticula und Epidermiszellen bestehen aber aus mit Wasser durchdrungenen Membranen, die, wenn sie austrocknen, von den angrenzenden Theilen wiederum Wasser aufnehmen. Die Verdampfung geschieht daher von allen äußerlichen Theilen der Pflanze ohne Unterschied, weil alle äußeren Theile entweder feucht sind, oder mit feuchten Theilen in Berührung stehen.

Aus den Spaltöffnungen tritt nun aus denselben Gründen, weil die ganze Oberfläche der Pflanze Wasser ausdünstet, zugleich Wasserdampf nach außen, weil die Stomata mit den Höhlungen, die mit saftigen Zellen umgeben sind, Gemeinschaft haben. Die Wassermenge, die von hier nach außen austritt, hängt, wenn alles Uebrige gleich ist, von der verdampfenden Oberfläche ab, und es ist somit die Frage, wie groß diese Höhlungen sind. Es ist gewiß ein Irrthum, daß hauptsächlich durch die Stomata Wasserdampf nach außen geführt werde.

In so weit aber muß bei derselben Oberfläche die Verdampfung durch die Stomata stärker sein, als die, welche durch

die Cuticula vor sich geht, weil diese letztere viel Wachs enthält, die Zellen der Höhlungen aber, mit denen die Stomata Gemeinschaft haben, dünnwandige Zellen sind, frei von der Cuticula und also auch von dem die Verdampfung verhindernden Wachse.

Dieses Wachs der Cuticula ist auch der Grund, weshalb Fleischfrüchte so langsam eintrocknen; sie enthalten eine so große Menge Wachs in ihrer Cuticula, daß ihre Oberfläche häufig dadurch glatt und schimmernd wird. Je dicker die Cuticula ist, desto langsamer ist die Verdampfung.

Das Austreten des Wasserdampfes wird noch durch das Verdunsten des Sauerstoffs unterstützt, indem dieses Gas nothwendig die Wasserdämpfe, die in den Höhlungen der Stomata vorhanden sind, wegführt und also in feuchtem Zustande austritt.

Dagegen sind die Bedingungen der Verdampfung wieder ungünstig, insofern im Dunkeln kein Sauerstoff entweicht, aber eine kleine Menge Kohlenstoff durch dieselben ausgeführt wird. Aus einer geschlossenen, mit einer kleinen Mündung versehenen Höhlung geht aber das Verdampfen nur langsam vor sich.

Sei es nun in den Höhlungen der Stomata oder auf der Oberfläche der Cuticula oder wo anders: diese Ausdünstung der Pflanzen hängt von der Temperatur, dem Feuchtigkeitszustande der Luft und der verdampfenden Oberfläche, aber auch von dem Saftreichthume der Pflanze, von der Dicke der Cuticula ab. Die Pflanzenausdünstung ist eine reine Naturerscheinung, die durch die Physik ihre ganze Erklärung findet.

Man hat behauptet, daß keinenfalls die Wärme, sondern das Licht die Ursache der Verdampfung sei und dazu die Versuche von Sennebier und Hales angeführt, aus welchen hervorgehen soll, daß im Schatten die Verdampfung geringer ist und des Nachts aufhört, daß aber bei Tage und in hellerem Lichte, selbst bei niedrigeren Temperaturen, die Verdampfung auf das Kräftigste vor sich geht. Es sind mir keine Versuche bekannt, woraus man dieses Resultat mit Sicherheit folgern

könnte, und ich bezweifle somit auch diesen Satz. Das verdampfende Wasser war Wasser und brauchte keinenfalls aus seinen Elementen gebildet zu werden. Die Verdampfung des Wassers steht auch in keinem Falle mit dem Stoffwechsel in den Pflanzen in Verbindung, und es müßte daher sehr sonderbar sein, daß das Licht bei diesen feuchten Körpern das Verdampfen regelte, und die Wärme bei allen anderen, außer insofern, als der ausgetriebene Sauerstoff, nach dem so eben Mitgetheilten, von der Einwirkung des Lichtes abhängig ist.

## Oxydirender Einfluß der Atmosphäre auf durch die Pflanzen bereitete Stoffe.

Die Ansicht, daß Alles in den Pflanzen in dem Zustande, in welchem wir es antreffen, von den Pflanzen in demselben abgeschieden oder erzeugt sei, daß es ein unmittelbares Erzeugniß des Stoffwechsels in den Pflanzentheilen sei, ist durchaus nicht richtig. Alles, was von den Pflanzen der Atmosphäre preisgegeben ist, erleidet darin jederzeit einen Einfluß, so weit es dessen nur fähig ist, alle Stoffe, die in den Pflanzen vorkommen, und Sauerstoff aufnehmen und dadurch neue Producte liefern können, werden dadurch mehr oder weniger verändert, weil die Luft in viele Pflanzentheile eindringt.

Der Einfluß ist nun nach Maßgabe des Luftzutrittes zu den Substanzen, die einer Veränderung fähig sind, verschieden, und je nachdem sie ganz oder theilweise der Einwirkung von anderen Stoffen, die in den Pflanzen vorhanden sind und jene Einflüsse modificiren, entzogen sind.

Die Bestandtheile von saftreichen Pflanzen erleiden von der atmosphärischen Luft nur einen geringen Einfluß, weil sie von einem wässerigen Safte überfüllt sind, der entweder keine oder nur wenig Luft aufgelöst enthält. Das Wasser beschützt hier die aufgelösten oder vertheilten Stoffe und auch diejenigen, die bereits als feste Stoffe abgeschieden sind, gegen den Einfluß der Atmosphäre. Alle weniger saftreichen, namentlich die alten Pflan-

zentheile aber, die nicht von einer wässerigen Flüssigkeit durchdrungen sind, erleiden dagegen den größten Einfluß der Atmosphäre.

Von den fünf Stoffen der Atmosphäre, dem Wasser, Stickstoff, Sauerstoff, Ammoniak und der Kohlensäure sind nicht alle im Stande, besondere Einflüsse auszuüben. Den Stickstoff können wir hierbei ganz ausschließen, ebenso das Wasser und die Kohlensäure, die durch die Wurzeln herbeigeschafft und von den Blättern aufgenommen werden, namentlich insofern sie nicht auf Ernährung Bezug haben, worüber oben gehandelt ist, es bleiben mithin nur das Ammoniak und die Kohlensäure übrig. Der Einfluß des Ammoniaks ist der Erfahrung zufolge sehr beschränkt. Die Flechtenarten, die Lakmus liefern, bleiben unter dem Einflusse der Luft ungefärbt, die kleine Menge des Ammoniaks scheint hierbei von keinem Einflusse zu sein. Auf gleiche Art mag dieses bei anderen Pflanzen Anwendung finden, insofern wir etwa einige sehr zarte Farbestoffe von Blumen ausschließen, die durch Ammoniak oder durch Kohlensäure der Luft sich wirklich anders verhalten, als sie es in einer von diesen Gasen freien Atmosphäre thun würden.

Es bleibt also der oxydirende Einfluß des Sauerstoffs allein übrig. Dieser ist von einer unbegrenzten Thätigkeit und verdient unsere Aufmerksamkeit in hohem Maße. Daher rühren die Farben der Rinden, die großen Reihen von Harzen, von einigen Pflanzensäuren, die in den Pflanzen gefunden werden und die, wäre die Atmosphäre nicht sauerstoffhaltend, nicht in den Pflanzen vorkommen könnten. Durchlaufen wir die Stoffe des Pflanzenreichs, so werden wir diesen Einfluß der Atmosphäre in der Ergänzung neuer Stoffe aus den von den Pflanzen abgeschiedenen Stoffen, als einen der wichtigsten kennen lernen. (Man sehe hierüber weiter Harze, Gerbsäure, Gallussäure, Zimmtsäure, Benzoësäure u. s. w.)

Die chemischen Zusammensetzungen der verschiedenen Rinden von Holzgewächsen haben viel mehr Uebereinstimmendes, als

die des Holzes dieser Pflanzen. Zuerst enthalten sie die von den Blättern niedergeführten Stoffe, die, weil in den Pflanzen chemische Umsetzung im desoxydirenden Sinne stattfand — es ist namentlich Sauerstoff entwickelt — in der Regel sauerstoffarm oder sauerstofffrei sind. Die ätherischen Oele findet man daher in dem Bastparenchym vorzugsweise und ebenso die daraus entstandenen Harze. (Man sehe beide.)

Daher rührt die Allgemeinheit in Stoffen, womit die Baste von Holzgewächsen der Dikotyledonen gefüllt sind, Stoffe, die natürlicher Weise unter einander verschieden sind, die aber zu demselben Geschlechte chemischer Körper gehören.

Es ist noch ein anderer Grund für die Gleichförmigkeit der genannten Stoffe. Der Einwirkung der Luft preisgegeben, vergehen die alten, durch den Holzwachsthum geborstenen und mit glatten Gefäßen versehenen Baste in ulminartige Stoffe, die von brauner Farbe sind, an alten Rinden von sehr verschiedenen Bäumen dasselbe Ansehen und viele chemische Eigenschaften mit einander gemein haben.

Es kommt endlich noch ein vielen Rinden gemeinsamer Bestandtheil, die Gerbsäure hinzu, eine Säure, die in krautartigen Pflanzen, in Blättern und Früchten gefunden wird, die aber doch vorzugsweise in den Rinden gebildet zu werden scheint.

Es sind ohne Zweifel diese Stoffe, die in der folgenden Untersuchung angegeben sind. Die Uebereinstimmung in der Zusammensetzung des Phlobaphens mit den früher von mir untersuchten Körpern scheint mir dafür zu sprechen. Stähelin und Hofstetter haben (Ann. de Chim. et Phys. Juill. 44. p. 63) nämlich einige Rinden untersucht.

Aus dem Baste von Pinus sylvestr. zogen sie mit Aether eine Wachsart aus. Darauf mit Weingeist Stoffe, von denen einer durch Wasser in rothbraunen Flocken niedergeschlagen werden konnte, ein anderer aber in der sauer reagirenden Flüssigkeit aufgelöst blieb. Den ersteren Stoff nannten sie Phlobaphen und fanden darin:

| | Gefunden | Atome | berechnet |
|---|---|---|---|
| C. | 62,78 | 20 | 62,77 |
| H. | 4,30 | 16 | 4,12 |
| O. | 32,92 | 8 | 33,10. |

Er löste sich in Ammoniak auf und wurde durch ein Bleisalz gefällt.

Die sauer reagirende Flüssigkeit schlug Eisensalze grün nieder, war gelb und adstringirend. Sie fanden $C^{20} H^{16} O^{10}$ als Zusammensetzung und es war der dadurch dargestellte Stoff ein Gemenge aus zwei anderen, wovon der eine Phlobaphen + Wasser war.

Denselben Stoff ziehen kohlensaure Alkalien nach der Behandlung mit Aether und Weingeist aus der Rinde und endlich blieb das Skelett der Rinde übrig. Dieses gab:

| | Gefunden | Atome | berechnet |
|---|---|---|---|
| C. | 52,20 | 34 | 57,20 |
| H. | 5,61 | 42 | 5,30 |
| O. | 42,19 | 21 | 42,50. |

Nach diesem Skelett ist das Phlobaphen in größter Menge in dem Baste vorhanden und es färbt denselben braun. In Platanus acerifolia fanden sie einen ähnlichen Stoff $C^{20} H^{16} O^{3}$ + 2 Aq. und das Skelett von derselben Zusammensetzung wie bei Pinus.

In China flava wiederum $C^{20} H^{16} O^{3}$, daneben aber noch einen anderen $C^{21} H^{24} O^{7}$.

In Betula alba wiederum $C^{20} H^{16} O^{6}$ in der weingeistigen Lösung, in der alkalischen $C^{20} H^{16} O^{8}$ + Aq.

Es ist nur einmal die Temperatur, bei welcher getrocknet wurde, angegeben. Wir sind daher in Bezug auf die Zusammensetzung dieser Körper nicht völlig gewiß.

Wir können indessen daraus folgern, daß in alten Rinden ein Stoff vorkommt, der sich an die ulminartigen in den Eigenschaften anschließt. Daß er in zwei Zuständen, in einem in Weingeist löslichen und in einem in Alkalien löslichen vor-

kommt und darin, daß er wahrscheinlich ein Apothema ist; daß ferner das ganze durch Auflösungsmittel ausgezogene Skelett von alten Basten eine gleichförmige Zusammensetzung zu haben scheint.

## Das Reifen der Früchte.

Beim Reifen der Früchte hat man zwei Momente zu unterscheiden, das Wachsthum und die Entwickelung und das eigentliche Reifen. Eine Menge von Untersuchungen sind hierüber angestellt, aber nur wenige von Werth, weil man diesen Unterschied nicht scharf genug in's Auge gefaßt hat.

Indem ich die Resultate von Ingenhouse, Sennebier, Davy mit Stillschweigen übergehe, ist es nöthig, die von de Saussure und Couverchel näher zu betrachten (Ann. de Chim. et de Phys. T. 46 p. 147). Die von Bérard, wenn schon er viele Analysen von reifen und unreifen Früchten angestellt hat, sind nicht von der Art, daß sie die Sache in ihrem eigentlichen Wesen gut entwickelt hätten.

De Saussure hat es gut durchschaut, daß grüne Früchte denselben Einfluß auf die Luft ausüben, wie die Blätter, nur fand er denselben geringer. Die Menge Kohlensäure, die sie aufnehmen, vermindert sich in dem Maße, als sie sich dem Zustande der Reife nähern. Dieselben Thatsachen sah Couverchel bestätigt, er lehrte indessen noch weiter, daß beim Reifen Kohlensäure von denselben ausgestoßen werde.

Was nun die Entwickelung der Früchte anbetrifft, so muß sie den allgemeinen Ursachen, die in den Pflanzen thätig sind, zugeschrieben werden. Eine Zufuhr von Stoffen durch den Blattstiel, eine Zufuhr von Stoffen durch die Luft, wofür Sauerstoff entwickelt wird, sind die beiden Quellen der Stoffvermehrung in den Früchten, ebenso wie sie dieses in den Blättern sind, denn auch diese empfangen Stoffe durch den Blattstiel und Kohlensäure durch die Luft.

Wenn aber auch in Blättern und Früchten einer und derselben Pflanze vollkommen dieselben Stoffe ursprünglich vorhanden waren, so muß dennoch schnell eine Stoffverschiedenheit in beiden entstehen. Denn die Mengen der neben einander endosmotisch wechselnden Stoffe ist in beiden sehr verschieden, und aus den verschiedenen Mengen muß sogleich eine Verschiedenheit in der Natur derselben hervortreten, so daß dieses eine Quelle von Verschiedenheit durch Vermannichfachung in den zahlreichen Zellen werden muß. Proteinverbindungen, Dextrin, Zucker, der Seifenstoff, Salze, in einem Worte die Bestandtheile des Pflanzensaftes, treten durch den Fruchtstiel ein und werden durch die Kohlensäure der Luft vermehrt. Auf diese Weise nimmt die Masse der Frucht stets unter starker Vermehrung der Zellen zu und es herrscht überhaupt eine große Thätigkeit, die Vermehrung geht durch die Oberhaut regelmäßig fort, die Säfte werden dadurch concentrirt und die Kohlensäure immer fort zersetzt.

Allmälig treten noch zwei Ursachen mit einander auf, die aber auf dasselbe hinauslaufen. Wenn nämlich die Frucht ihre Größe erreicht hat, so trocknet der Fruchtstiel aus und wird allmälig von der Pflanze getrennt, zu gleicher Zeit entwickelt sich Wachs in der Cuticula, so daß dadurch das Austrocknen verhindert wird. Von nun an findet weder eine Zufuhr von Stoffen durch den Fruchtstiel, noch Aufnahme von Kohlensäure aus der Luft Statt, es ist ein abgeschlossenes Ganzes entstanden, welches in sich selbst thätigen Stoffwechsel erleiden kann, aber nur insofern, als es dazu selbst die nöthigen Stoffe enthält.

Der letztere Schluß ist allein aus den Beobachtungen von Couverchel abgeleitet. Entwickelte Fleischfrüchte sah er von und an der Pflanze reifen.

Couverchel hat bei seinen Versuchen mit entwickelten und reifenden, an und von der Pflanze entwickelten Früchten stets eine Entwickelung von Kohlensäure wahrgenommen, ohne daß der Sauerstoff der Luft abnahm. Es ist die Frage, woher dieses kommt. Eine Ausscheidung von Kohlensäure durch che-

mische Reaction kann man hier in keiner Weise erwarten, aber eine solche, wie die bei den Blättern. Ich verweise in Betreff dieses auf die Versuche von Draper und das, was dabei hierüber gesagt ist.

Endlich hat Couverchel noch Versuche über die Aufbewahrung von Früchten sowohl im luftleeren Raume als im Stickstoff, was Bérard als ein vollkommen sicheres Mittel angegeben hat, angestellt; er sah indessen die chemische Umsetzung der Bestandtheile in einem fort gehen, ebenso wie sie dieses in der Luft thun, es konnten also die Früchte unter keinem Umstande schmackhaft erhalten werden. Ich kann hinzufügen, daß Aepfel, die von hier nach Indien in luftleeren Gefäßen gesandt wurden, ganz und gar geschmacklos wurden, wenn schon sie keine Spur von Fäulniß zeigten.

Die Fleischfrüchte bekommen während der Reife ebenso wie die Beerenfrüchte einen größeren Zuckergehalt, als sie nach vollkommenem Auswachsen, aber noch unreif, enthielten. Es ist die Frage, woher dieser Zucker rührt. Kann man sein Entstehen aus den in den unreifen ausgewachsenen Stoffen ableiten und angeben, aus welchen? Sehen wir zu diesem Zweck die Analysen von Bérard nach.

| Bestandtheile | Aprikosen | | Reine Claude | | Kirschen | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | unreife | reife | unreife | reife | unreife | reife |
| Harzartiges Blattgrün . | 0,27 | | 0,03 | 0,08 | 0,05 | |
| Farbestoff . . . . . | | | | | nicht bestimmt | |
| Zucker . . . . . . | 0,63 | 11,61 | 17,71 | 24,81 | 1,12 | 3,13 |
| Dextrin . . . . . | 4,22 | 4,85 | 5,58 | 2,06 | 6,01 | 3,23 |
| Pflanzenzellenstoff und Pektose . . . . . | 3,01 | 1,21 | 1,26 | 1,11 | 1,44 | 1,12 |
| Eiweiß . . . . . . | 0,41 | 0,93 | 0,45 | 0,28 | 0,21 | 0,57 |
| Aepfelsäure . . . . | 1,07 | 1,10 | 0,45 | 0,56 | 1,75 | 2,01 |
| Kalk . . . . . . . | 0,08 | 0,06 | Spur | Spur | 0,14 | 0,10 |
| Wasser . . . . . . | 90,31 | 80,24 | 74,57 | 71,10 | 88,28 | 74,85 |
| Citronensäure . . . | | | | | | |

| Bestandtheile | Pfirsichen | | | Birnen | | Kreuzbeeren (Kruisbessen) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | unreife | reifere | reife | unreife | reife | unreife | reife |
| Harzartiges Blattgrün | 0,04 | 0,03 | | 0,08 | 0,01 | 0,03 | |
| Farbestoff . . . . | | | 0,10 | | | | |
| Zucker . . . . . | Spur | 6,64 | 16,48 | 6,45 | 4,52 | 0,52 | 6,24 |
| Dextrin . . . . . | 4,10 | 4,47 | 5,12 | 3,17 | 2,07 | 1,26 | 0,78 |
| Pflanzenzellenstoff und Pektose . . . . | 3,61 | 2,53 | 1,86 | 3,80 | 2,19 | 8,45 | 8,01 |
| Eiweiß . . . . . | 0,76 | 0,34 | 0,17 | 0,08 | 0,21 | 1,07 | 0,86 |
| Aepfelsäure . . . . | 2,70 | 2,03 | 1,80 | 0,11 | 0,08 | 1,80 | 2,41 |
| Kalk . . . . . . | sehr wenig | | | 0,03 | 0,04 | 0,24 | 0,29 |
| Wasser . . . . . | 89,39 | 84,49 | 74,87 | 86,28 | 83,88 | 86,41 | 81,10 |
| Citronensäure . . . | | | | | | 0,12 | 0,31 |

Es geht aus diesen Analysen hervor, daß die Säuren, die hier beinahe bloß Aepfelsäure zu sein scheinen, nicht in ihrer Menge abnehmen, und der Satz Liebig's (Jour. de Phys. et de Chim. T. 4 p. 85 1844), daß diese Säuren in Zucker verändert würden, ist hiernach zu urtheilen falsch. Die Säuren nehmen nur scheinbar ab, weil der Zucker zunimmt und den sauren Geschmack der Früchte mäßigt; nach Bérard sollen die Säuren in vielen noch zunehmen *).

Die Bestandtheile, die abnehmen, sind Dextrin, wiewohl hierin nach Bérard's Analysen auch Ausnahmen vorkommen. In keinem Falle ist die Verminderung des Dextrins in seiner Menge so groß, wie die Vermehrung des Zuckers.

Es nehmen ferner nach Bérard's Analysen die mit Pektose und Zellenstoff bezeichneten Stoffe ab. Aber auch hieraus ist die Zunahme von Zucker nicht zu erklären.

Kann der Zucker von der aus der Luft aufgenommenen Kohlensäure abgeleitet werden? Nach meiner Ueberzeugung keinenfalls. Es müßte in kurzer Zeit eine beträchtliche Menge derselben in den Fruchtstiel eindringen, was — bestände auch die Atmosphäre aus Kohlensäure — nicht möglich wäre.

*) In Vogelbeeren nimmt die Aepfelsäure gegen die Reife hin ohne Zweifel ab.

Die Meinung, daß die Pektose der Früchte durch die Säuren in Zucker sollte verändert werden, ist offenbar grundlos. Denn es würden in den Früchten dazu keine Säuren nöthig sein, wenn auch wirklich eine solche Umsetzung statthätte. Rüben, Wurzeln, Beet- und Mangoldswurzeln geben alle Pektinsäure und Zucker, ohne eine freie Säure zu enthalten. Die Pektose aber giebt, wie wir (Scheik. onderz. D. III. p. 247) gesehen haben, sowohl Zucker als Pektinsäure und weit entfernt, eine Veränderung der Pektinsäure in Zucker festzustellen, scheinen beide vielmehr gleichen Schritt in ihrer Entwickelung mit einander zu halten.

Die Zusammensetzung der Pektose und die Unmöglichkeit, um vor wie nach ihre Entstehung aus anderen Körpern zu erklären, macht es für jetzt unmöglich, eine richtige Vorstellung von dem Stoffwechsel, der beim Reifen der Früchte statthat, zu geben. Hüten wir uns daher, eine bestimmte Vorstellung hieran zu knüpfen, bis neue Thatsachen hierüber einiges Licht verbreitet haben.

Will man diese Untersuchung gut einrichten, so muß man unreife, vollkommen ausgewachsene Früchte anwenden, diese von der Pflanze trennen und die Veränderungen, die die Stoffe für sich erleiden, studiren. Diese Untersuchung ist aber, der Schwierigkeiten einer genauen Scheidung der Bestandtheile halber, auch noch deshalb mit Mühseligkeiten verbunden, weil gerade gegen die Reife hin der Umfang der Früchte sehr stark zunimmt, und somit durch den Fruchtstiel sehr viel herzu geführt wird; ferner weil dann ein sehr bedeutender Stoffwechsel durch eine starke Verdampfung unterstützt, statthat, und endlich, weil die beiden Momente von Entwickelung der Frucht, Wachsthum und Reifen mitunter zusammenfallen. So ist es bekannt, daß die Kirschen bei starker Sommerwärme vor ihrer Reife sehr merklich aufschwellen und dabei ferner reifen. Die Aufschwellung ist eine Folge von dem durch die Pflanzen geführten Pflanzensaft, und die dann schon sehr rothe

Kirsche nimmt keine Kohlensäure mehr aus der Luft auf. Alles, was sie erhält, kommt aus der Pflanze und deren Veränderungen, die in den Stoffen der Frucht vor sich gehen, und ist daher ein Gemenge von dem, was schon vorher vorhanden war, und von dem neu gebildeten. So weit unsere jetzigen Kenntnisse reichen — und sie sind gering, die wenigen Analysen von Bérard sind unvollkommen — so ist kein Grund vorhanden:

1) um der Kohlensäure der Luft, die durch den Fruchtstiel aufgenommen wird, einen wesentlichen Dienst in der Herbeischaffung der Fruchtstoffe zuzuerkennen; die Oberfläche der Frucht nämlich ist in Bezug auf den Inhalt sehr gering, die Kohlensäure in der Atmosphäre klein, die Vegetation der Früchte rasch;
2) daß wir uns die Vorstellung machen, daß erst Pflanzensäuren und aus diesen Zucker bereitet werden solle, ebenso wenig wie Dextrin oder Pektose durch die Säuren.

Es scheint im Gegentheil, als würde die Hauptmasse der Früchte durch den Fruchtstiel herbeigeführt.

Daß indessen eine wirkliche chemische Zersetzung im angeführten Stoffe in der Frucht statthat, ist nicht zu bezweifeln, ebenso wenig, daß die Säuren in der unreifen Frucht von der Kohlensäure abzustammen scheinen.

Fremy hat über das Reifen der Früchte Versuche angestellt (Compt. rend. 21. 1844). Fleischfrüchte, die vom Baume abgenommen wurden, verändern den Sauerstoff schnell in Kohlensäure. Am Baume, mit einem Firniß überzogen, hörten sie auf sich zu entwickeln. Er zieht hieraus nicht mit Bérard den Schluß, daß diese Kohlensäurebildung zum Reifen der Früchte nöthig sei, sondern daß Respiration zu einer guten Entwickelung erforderlich ist. Die Luft, die in reifen Früchten enthalten war, enthielt sehr wenig oder gar keinen Sauerstoff, aber sehr viel Kohlensäure, die unreifen hatten keine Kohlensäure, aber Sauerstoff. Eine zerkleinerte Birne hörte auf, Kohlensäure zu liefern.

Er fand in Trauben von nur 5 Milligr. Gewicht schon Weinsäure. In Folge dessen glaubt er nicht, daß die Weinsäure aus einer anderen Säure bereitet werde. Ein Pflaumenbaum mit einer Natronauflösung, zu der Zeit als die Frucht zu reifen begann, begossen, ließ die Früchte scheinbar reif abfallen, sie schmeckten aber durchaus nicht süß. Er schließt hieraus ebenfalls, nicht wie Béranurd, daß die Säuren Zucker bilden, sondern daß das Alkali die Zuckerbildung verhindert habe.

Daß die reifen Früchte nicht sauer schmecken, glaubt er einer größeren Menge von Basis zuschreiben zu müssen, die die Säure sättigt, nicht aber dem Zucker, der jene verhülle *).

Dieses über Fleisch- und Beerenfrüchte.

Die Früchte der Leguminosen und viele andere, in der Regel diejenigen, welche Stärke enthalten, zeigen gerade

*) Fremy schließt aus seinen Versuchen:

1) Man verhindert das Reifwerden der Früchte, wenn man sie mit einem Firniß bedeckt, der zugleich dem Einflusse der Luft und der Transspiration Widerstand leistet.
2) Die Veränderung des Sauerstoffs der Luft in Kohlensäure, während der Reife, ist eine Erscheinung, die von der Organisation der Frucht abzuhängen scheint.
3) Das Gas, welches die Früchte enthalten, ist ein Gemenge von Stickstoff und Kohlensäure. Der Sauerstoff befindet sich nur in den noch grünen Früchten in merklicher Menge, ein Resultat, was Beobachtungen über die Respiration der Früchte bestätigt haben.
4) Die Weinsäure, die in einer Traube enthalten ist, ist nicht das Product der Modification einer anderen Säure, so wie einige Chemiker geglaubt haben, denn sie ist schon in dem ersten Entwicklungszustande derselben, sowie in der reifen Beere enthalten.
5) Die Früchte, die sich bei Gegenwart von Alkalien entwickeln, enthalten keinen Zucker.
6) Vom Momente des Reifens an werden die Säuren der Früchte zum Theil gesättigt und bilden Kalk oder Kalisalze.
7) Die Veränderungen, welche die Früchte erleiden, die vom Baume abgenommen sind, gehören einer Zersetzungsperiode an, in welcher die Luft einen großen Einfluß ausübt.
8) Einige stickstoffhaltige thierische oder pflanzliche Stoffe können die organischen Salze in Kohlensäure umwandeln. Dieses besondere Verhalten, welches beweist, wie die Alkalien in den Pflanzen auftreten, erlaubt auch die Anhäufungen von kohlensaurem Kalke zu erklären, den man häufig in den Blättern findet. (Fremy über das Reifen der Früchte: Journ. de. Chim. Medic. Mars 1845 p. 132.)

das umgekehrte Verhalten als die Fleischfrüchte, sie enthalten nämlich viel Zucker und verhältnißmäßig wenig Amylum, so lange sie noch unreif sind, sie behalten diese Menge Zucker und vermehren ihr Amylum, während sie reifen.

Dieses lehren uns die Erbsen und die Bohnen. Nach Einhof enthält unreife Gerste 15,97 Proc. Stärke 5,55 Zucker, während die reife Gerste 67,18 Stärke und 5,21 Zucker enthält. Es mag nun die Stärke als Dextrin, oder so wie beim Mais (S. 250), als Zucker herzugeführt werden, die Zuckermenge vermindert sich während der Reife nicht. Hier kann an keine Veränderung der aus der Luft aufgenommenen Kohlensäure gedacht werden, die Masse muß durch den Fruchtstiel herbeigeführt sein, und das, was in der Gerste vorfällt und im Mais, kann daher erklären, was in den Fleischfrüchten vor sich gehen muß.

Mit demselben Pflanzensaft, wovon das Wasser im Samen verdampft — ein Grund, weshalb solche Früchte zu ihrer Reife warme Tage bedürfen — werden auch zugleich eine Menge von Proteinverbindungen, Salze u. s. w. herbeigeführt.

Diese mehlhaltenden Früchte sind darin endlich noch wesentlich von den Fleischfrüchten verschieden, daß in diesen letzteren eine sehr starke Zellenvermehrung statt hat, die mehligen Samen hingegen feste Stoffe in den Zellen bereiten und sich nicht sehr erweitern: ein wichtiger Unterschied, den nahe verwandte Producte, wie Cellulose und Amylum sind, zeigen.

Endlich verdienen die ölhaltenden Samen noch erwähnt zu werden, von denen wir, insofern sie feste Stoffe enthalten, (S. 269) gesehen haben, daß sie erst Amylum enthalten und dieses in dem Maße verlieren, als die Fette zunehmen. Eine merkwürdige Umsetzung also von dem einem Stoffe in einen anderen, wobei eine große Menge Sauerstoff nach außen getrieben wird.

Ebenso muß dieses in allen Samen der Fall sein, die ätherische Oele enthalten, Anis-, Fenchel- und Kümmelsa-

men. Aus welchen Stoffen diese ätherischen Oele aber entstehen, ist nocht nicht gezeigt.

## Blick auf die Pflanzensubstanzen in Hinsicht ihrer Entstehung.

Die Stoffwechsel, die in den Pflanzen vor sich gehen, umfassen alle die Veränderungen, welche die von außen dargebotenen Nahrungsstoffe erleiden, wenn sie in geformte Pflanzentheile oder in formlose und zum Inhalt der Zellen gehörige oder in nach außen ausgetriebene Stoffe verändert werden. Es ist eine schwierige Sache, in dieses weite und noch so wenig bearbeitete Feld einige Ordnung zu bringen, die gegenwärtige Wissenschaft giebt hierzu nur einige Fingerzeige. Gewöhnlich unterscheidet man in der Pflanzenphysiologie zwei Arten von Stoffwechsel, die nämlich, welche Ernährung und die, welche Abscheidung genannt wird. Dieser Unterschied ist aber nicht genau genug. Nicht etwa, weil nicht bestimmte Stoffe nach außen ausgetrieben werden, sondern weil diese dann ausgeschiedene und nicht abgeschiedene Stoffe genannt werden müssen, ist keine bestimmte Grenzlinie zwischen dem, was man ernährt und dem, was man abgeschieden nennt, zu ziehen. Beide Functionen fließen häufig in einander und haben gewiß ein inniges ursächliches Verband.

Ich habe weder den Namen von Ernährung, noch den von Abscheidung oder Ausscheidung in dem gewöhnlichen Sinne beibehalten. Was zu dem nothwendigen Zelleninhalt gehört, mag man gleichwohl Nahrung nennen, weil es Form annehmen kann und zu den bleibenden Bestandtheilen gebracht werden muß. Vielleicht ist selbst viel von dem, was in den Pflanzen in einen festen Zustand übergeht, als völlig indifferent für das Pflanzenleben anzusehen und mehr ein Endresultat von Stoffwechsel, als eine Hauptbedingung des Pflanzenlebens. Die verdickten Holzzellenlagen z. B., die eine so große Masse in allen holzartigen Gewächsen ausmachen, kön-

nen ohne Zweifel als solche angesehen werden. Sie scheinen zu den Stoffen zu gehören, welche in den Pflanzen fehlen können, ohne daß der wesentliche Charakter der Pflanzen dadurch bestimmt wird, während im Gegentheil die Säuren und der Zucker von Fleischfrüchten ganz unentbehrliche Stoffe sind, ohne welche man sich diese nicht denken kann.

Was endlich viele ab- und ausgeschiedene Stoffe anbetrifft, so sind auch diese häufig so wesentlich für die Art des Pflanzenlebens ganzer Familien, daß sie keinenfalls als überflüssige oder schädliche und deshalb auszutreibende Stoffe betrachtet werden müssen, z. B. viele ätherische Oele, das Opium im Mohn u. s. w.

Wenn wir auf den Anfang und das Ende der Metamorphosen, die im Pflanzenreiche vor sich gehen, sehen, so sollte es einfach erscheinen, da schon so viele Pflanzenstoffe entdeckt sind, diese zu erklären. Wir brauchten dazu vom Nahrungsstoffe der Pflanzen, d. h. von Kohlensäure, Ammoniak, Wasser, Ulminsäure, Huminsäure, Geinsäure, Quellsäure und Quellsatzsäure zwei oder drei als Ausgangspunkte zu betrachten und daraus mit der Feder die Entstehung eines Pflanzenkörpers zu construiren, so wie wir dieses (S. 64) mit dem Amylum gethan haben. Citronensäure ist dann Kohlensäure und Wasser $C^4H^4O^4$, die Sauerstoff verloren haben:

$$4CO^2 + 2H^2O = C^4H^4O^4 + O^6$$

Chinin $= C^{20}H^{24}N^2O^2$ wird aus ulminsaurem Ammoniak:

$$C^{40}H^{28}O^{12} + N^2H^8O + CO^2 + CH^2O = C^{41}H^{48}N^2O^{21} =$$

$$= C^{20}H^{24}N^2O^2 \text{ Chinin}$$
$$C^{21}H^{24}\quad O^{12} \text{ Chinasäure (3 Aeq.)}$$
$$O^7 \text{ Sauerstoff}$$

$$C^{41}H^{48}N^2O^{21}$$

Auf solche Weise sollten wir fortgehen und mit der Feder die ganze organische Natur dahin stellen. Die physiologische Chemie ist gleichwohl keine Wissenschaft von Möglichkeiten und Wahrscheinlichkeiten, sondern von Gewißheiten, und wo diese

fehlen, bringen uns auch dergleichen Wahrscheinlichkeiten nicht weiter. Der Schein von Wahrheit ist die Wahrheit nicht, das Wort Wissenschaft kommt nicht her von scheinen, sondern von wissen. Die Schemata können uns höchstens lehren, was aus den Pflanzen muß ausgetrieben werden und was in dieselben treten muß, insofern wir wissen, was in derselben gebildet wird.

Es fördert daher die Wissenschaft auch nicht, ob wir zwischen allen Pflanzenstoffen einen solchen Zusammenhang anschaulich machen, und da uns das Meiste von der Pflanzenentstehung noch unbekannt ist, so ist es gut, die Unwissenheit einzugestehen und uns mit dem Wenigen, was wir bis jetzt wissen, begnügen und abwarten, was später hierin noch geschehen wird.

Unverkennbar ist außer in den der Luft zugänglichen Theilen der Pflanzen eine Tension nach Desoxydation allgegemein in denselben vorhanden, und also gerade das Entgegengesetzte von dem wahrzunehmen, was eine erhöhete Temperatur denselben mittheilt. Die Bildung von sauerstofffreien Körpern, ebenso wie viele ätherische Oele, oder sauerstoffarme, als Pflanzenalkalien, lehren diese Tension kennen. Aus dem allgemeinen Streben zur Desoxydation — wovon wir eine Aeußerung in der Entwicklung von reinem Sauerstoffe sehen, und die wir als Factum annehmen, ohne sonst mehr davon zu wissen, als weshalb die Glühhitze dem Eisen gerade die entgegengesetzten Eigenschaften giebt — können wir immerhin die Entstehung von vielen Körpern im Allgemeinen erklären; zu einer gründlichen Erklärung aber würde nöthig sein, daß wir der Entstehung so auf der Spur folgten, wie wir die Entstehung des Mellons ableiten, indem wir damit anfangen, in einem Eisengefäß Blut mit Pottasche zu erhitzen, das gebildete Blutlaugensalz mit Schwefel glühen, durch das Schwefelcyankalium Chlor hindurchleiten und das Schwefelcyan erhitzen, um daraus endlich Mellon darzustellen. Es ist durchaus

kein Grund vorhanden, um in der Entstehungsweise des Mellons nach etwas mehr zu streben, als in der Entstehungsweise der Weinsäure, und kennen wir die letztere nicht ebenso wie die der ersteren, so kennen wir auch die Entstehung derselben nicht.

Die allgemeinen Bestandtheile, wenn nicht von allen Pflanzen, doch von den meisten, sind Cellulose, Amylum Inulin, Moosstärke, Gummi, Pflanzenschleim, Dextrin, die verschiedenen Zuckerarten, der Stoff des hornartigen Eiweißes, die alle nach der Formel $C^{17}H^{20}O^{10} \pm$ einer gewissen Menge Wassers abgeleitet werden können. Gleichfalls Pektose, deren Zusammensetzung noch nicht bekannt ist; die beiden die Holzzellen verdickenden Lagen, der Stoff der Cuticula, des Korkgewebes einiger Markarten, welche alle im VI. und VII. Kapitel abgehandelt sind. So weit es unsere Kenntniß erlaubt, ist die Genesis dieser Stoffe an jenem Orte bereits entwickelt, so die Wachsarten, die Fette, das Chlorophyll und die verschiedenen Formen, in denen das Protein in den Pflanzen auftritt.

Es bleibt uns ferner noch übrig, die weniger allgemeinen, bisweilen sehr seltenen Bestandtheile zu betrachten. Ich beschränke mich auf diejenigen, wovon wir gute Analysen haben, und übergehe natürlicher Weise die noch nicht analysirten — deren Anzahl groß ist — und auch diejenigen, die in Bezug auf ihre Bestandtheile noch zweifelhaft sind, mit Stillschweigen.

## Kleesäure.

Unter den sehr allgemein in den Pflanzen verbreiteten Körpern trifft man die Kleesäure mit Kalk verbunden an. Dieser kleesaure Kalk, der sich unter sehr schönen Gestalten zeigen kann, verdient unsere Aufmerksamkeit ganz besonders. In sehr stärkereichen Pflanzentheilen fehlt er häufig, so z. B. in den Kartoffeln, aber in stärkehaltigen Cacteen ist er dagegen sehr allgemein vorhanden. In jedem Falle ist die Kleesäure viel allgemeiner, als irgend eine der anderen Pflanzensäuren, ohnehin werden die meisten Säuren in den Früchten

gefunden, die Kleesäure aber wird sowohl als zweifach kleesaures Kali in den Sauerampferarten als in Form von oxalsaurem Kalk in verschiedenen Pflanzentheilen gefunden.

Diese allgemeine Verbreitung der Kleesäure ist doppelt bemerkenswerth, weil diese Säure an der Grenze der organischen Körper steht und eine anomale Pflanzensäure ist, die in ihrem Vermögen, sich mit Basen zu verbinden, der Schwefelsäure in mancher Beziehung gleichkommt, ein Zersetzungsproduct von Salpetersäure u. s. w. auf manche indifferente Stoffe des organischen Reiches ist, wobei sie neben Kohlensäure entsteht. So z. B. bei der Zersetzung von Zucker durch Salpetersäure, sie tritt daraus endlich nach Abscheidung des Wasserstoffs, frei von demselben wie die Kohlensäure und von dieser nur durch ½ Aeq. Sauerstoff verschieden, aus.

Fügen wir diesem Allem noch hinzu, daß Thatsachen unwiderleglich dastehen, daß die Pflanzen Kohlensäure aufnehmen und zersetzen und Sauerstoff ausscheiden, so werden wir gleichsam mit einem Fingerzeig auf die Wahrheit geführt, daß wirklich in den Pflanzen, welche Kleesäure enthalten — und deren giebt es sehr viele — dieselbe aus Kohlensäure entstehen muß.

Die Art und Weise, durch welche die Kleesäure aus der Kohlensäure gebildet wird, leiten wir daher aus der allgemein erkannten Neigung der in Pflanzen allgemein vorkommenden Stoffe, Sauerstoff abzugeben, ab. Für ein jedes Doppelaequivalent aufgesogener Kohlensäure tritt also 1 Aeq. Sauerstoff aus, und wird 1 Aeq. Wasser gebunden und $C^2O^3 + H^2O$ gebildet. Ist nun eine Basis wie Kalk vorhanden, so bleibt die Kleesäure in einem unveränderlichen Zustande, fehlt aber eine solche Base, so schreitet die Sauerstoffausscheidung immer fort und es können dadurch andere Stoffe, andere Säuren auftreten.

Daß die Kleesäure in den Pflanzen wirklich aus Kohlensäure bereitet wird, und ein Oxydationsproduct aus Zucker

oder einem zu demselben Geschlecht gehörigen Stoffe ist, ist leicht zu beweisen. In Körpern, worin Kupferoxydsalze zu Oxydulsalzen reducirt, worin Kohlensäure unter Sauerstoffabscheidung zersetzt wird, worin überall Desoxydationserscheinungen sich zeigen, muß die Annahme der Entstehung des höchsten aller organischen Oxydationsproducte großen Widerspruch finden. Die Kleesäure wird nächst sauerstoffarmen Körpern gebildet, während sie außerhalb des Pflanzenreichs nur unter solchen Umständen gebildet wird, wo an erzeugte organische Stoffe leicht und im Ueberfluß entwickelter Sauerstoff hinzugefügt wird.

Ist daher hiermit etwas in Betreff der Entstehung einiger organischer Stoffe bewiesen, so ist es das, daß die Kleesäure unter Sauerstoffverlust aus Kohlensäure bereitet wird.

## Säuren der Früchte.

Was die meisten Pflanzensäuren anbetrifft, so kann man gegenwärtig als ausgemacht ansehen, daß sie complexe Säuren sind. Dieses gilt auch für die polybasischen. Sind sie es nicht bei gewöhnlicher Temperatur, so werden sie es bei höherer oder unter gewissen und bestimmten Umständen; Citronensäure z. B. wird durch Silberoxyd leicht in eine Verbindung von Citronensäure und Aconitsäure verändert:

$$3(C^4H^4O^4)$$
$$= 2(C^4H^4O^4) + C^4H^2O^3 + H^2O$$
$$= C^{12}H^{10}O^{11} + H^2O$$

so wie dieses Berzelius (Jahresb. 1840 S. 354) angegeben hat. Dumas (Ann. de Chim. et de Phys. T. 5 p. 360) stellt die Bildungsweise folgendermaßen dar:

| | |
|---|---|
| Oxalsäure . . . | $C^2 \quad O^3$ |
| Essigsäure . . . | $C^4H^6O^3$ |
| Essig-Oxalsäure . | $\begin{cases} C^4H^4O^3 \\ C^2 \quad O^2 \end{cases}$ |
| | $C^{12}H^{10}O^{11}$ |

Er giebt indessen keinen Beweis für seine Meinung.

Weinsäure: $2(C^4H^4O^5)$ ist nach Dumas (Ann. de Chim. et Phys. T. 5 p. 353) eine Verbindung von 2 At. Kleesäure und 1 At. Essigsäure weniger $H^2O$, so daß $H^2$ durch die Essigsäure und O durch die Kleesäure gegeben wird:

$$2(C^4H^4O^5) = C^4H^4O^3 + C^4O^5$$
$$= C^8H^4O^8$$

wozu 2 aq. hinzuaddirt, giebt: . $= 2(C^4H^4O^5)$

Diese Ansicht ist nach wie vor nicht zu erweisen, es mag aber der Satz gültig bleiben, daß alle polybasischen Säuren nicht als eine einzelne Gruppe können angesehen werden, daß sie vielmehr aus so vielen Gruppen zu einem Ganzen vereinigt angesehen werden müssen, als die polybasischen Säuren Aequivalente der Basen in ihren Salzen aufnehmen.

Dazu gehören nun die Weinsäure, die Aepfelsäure und die Mekonsäure.

Einige Säuren kommen in Früchten vor, und es ist bemerkenswerth, daß diese sämmtlich durch ein einfaches Verhalten zu einander kenntlich sind:

Citronensäure . . $C^4H^4O^4 . 3 = C^{12}H^{12}O^{12}$
Aepfelsäure . . . $C^4H^4O^4 . 2 = C^8H^8O^8$
Weinsäure . . . $C^4H^4O^5 . 2 = C^8H^8O^{10}$
Paraweinsäure . . $C^4H^4O^5$.

Insofern es nun bewiesen ist, daß Vogelbeeren erst Weinsäure und nachher Aepfelsäure enthalten, so führt dieses zu dem Schlusse, daß Pflanzensäuren, unter sauerstoffentwickelnden Einflüssen in einander übergehen können, und dann werden wir von selbst zu der Ansicht geführt, daß die Kohlensäure, die im Pflanzensafte gegenwärtig ist, zuvor ganz und gar oder überhaupt nicht in Kleesäure verändert, mit $H^2O$ bei fortschreitender Desoxydation zuerst Weinsäure (oder Traubensäure) und dann Citronensäure oder Aepfelsäure bilde.

Die Citronensäure ist, nach den von Berzelius mit dem Silbersalze angestellten Analysen, eine complexe Säure:

$$2 \cdot C^4H^4O^4 + C^4H^2O^3$$

Ist nun die Aepfelsäure $C^4H^4O^4$ aus Weinsäure und diese aus Kleesäure entstanden, welche selbst wiederum aus Kohlensäure gebildet wurde, so läßt sich die vorhin aufgestellte Ansicht in Betreff des Ursprungs der Säuren auch über die Aconitsäure und die Fumarsäure ausdehnen, die beide aus $C^4H^2H^3$ bestehen.

Kohlensäure und Wasser in den Zersetzungskreis aufgenommen, können also, so weit wir wissen, die Säuren der Früchte und einige derjenigen, die sich durch ihre Zusammensetzung jenen anschließen, bilden.

Diese Ansicht gewinnt noch mehr Grund, wenn wir verfolgen, wie einige Oxydationsproducte mancher sauerstofffreien oder sauerstoffarmen Körper in den Pflanzentheilen entstehen, welche durch Luftkanäle mit der Atmosphäre in freier Verbindung stehen. Es ist aber kein Grund vorhanden, um in stets unter desoxydirenden Einflüssen stehenden Pflanzentheilen eine so hohe Oxydation anzunehmen, als daselbst stattfinden müßte, wenn aus einem der allgemein verbreiteten Pflanzenstoffe, z. B. aus Dextrin, Aepfelsäure oder Weinsäure entstehen sollte.

Die genannten Säuren, sind sie einmal in den Früchten entstanden, halten Stand und werden beim Reifen derselben durch Zucker, der an Menge zunimmt, bloß eingehüllt.

Die in den Pflanzen allgemein verbreiteten Säuren sind außer den genannten, der:

Aconitsäure . $C^4H^2O^3$ und
Fumarsäure . $C^4H^2O^3$

noch einige, wie die folgenden, die in einigen Pflanzentheilen oder allgemein in gewissen Pflanzen vorhanden sind.

Mekonsäure . $C^{14}H^8O^{14}$ im Opium,
Chinasäure . . $C^7H^8O^4$ in der China,
Veratrinsäure . $C^{18}H^{18}O^7$ in Sabadillsamen,

Valeriansäure. $C^{10}H^{13}O^{3}$ in Valeriana,
Roccellsäure . $C^{17}H^{32}O^{4}$ in Roccella tinctoria
Chinovasäure . $C^{38}H^{58}O^{9}$ in China nova.

Man kann über die Entstehung dieser Säuren nichts sagen, von der Valeriansäure wissen wir, daß sie auch künstlich aus Kartoffelfuselöl $C^{10}H^{22}O + H^{2}O$ dargestellt werden kann, wenn man Kali darauf einwirken läßt, wobei Wasserstoff ausgetrieben und Wasser gebunden wird.

## Gerbsäure.

Die Gerbsäure, $C^{18}H^{10}O^{9}$, die so häufig in verschiedenen Pflanzentheilen verbreitet und in einigen in großen Mengen angehäuft ist, begleitet sehr häufig die Stärke oder wird von derselben begleitet. Wenn man die Gerbsäure mit verdünnter Schwefelsäure kocht, so entsteht Gallussäure und Traubenzucker, wovon ein Theil in Humussäure verändert wird:

| | |
|---|---|
| 1 At. Gerbsäure . | $C^{18}H^{10}O^{9}$ |
| 2 At. Gallussäure. | $C^{14}H^{4}\,O^{6}$ |
| | $C^{4}\,H^{6}\,O^{2}$ |

Wenn man dazu noch Wasser fügt, so entsteht daraus Traubenzucker.

Setzt man Gerbsäure der Einwirkung des Sauerstoffs aus, so entsteht Gallussäure und Kohlensäure, und zwar letztere von einem dem aufgesogenen Sauerstoffe gleichen Volumen: $C^{4}$ von $C^{4}H^{6}O^{3}$ nehmen $O^{3}$ auf und bilden $4CO^{2}$.

Fügt man hinzu, daß Galläpfelpulver mit Wasser befeuchtet Gallussäure, Kohlensäure und Alkohol giebt, und daß Gallussäure und Gerbsäure dieselben Producte bei der trocknen Destillation geben, so ist es wahrscheinlich, daß überall, wo man in Pflanzentheilen Gallussäure findet, diese ein Zersetzungsproduct von Gerbsäure ist, woran die Pflanze keinen Theil nimmt, eine Zersetzung, wobei entweder bloß Trau-

benzucker unter Wasserbindung gebildet werden, oder durch aufgenommenen Sauerstoff Kohlensäure frei werden kann *).

Die Bildung von Gallussäure und Traubenzucker oder von Gallussäure und Kohlensäure, je nachdem Schwefelsäure oder Sauerstoff auf Gerbsäure einwirkt, lehrt, daß man in der Gerbsäure ebenso wie im Salicin Traubenzucker anzunehmen hat, so daß also die Gerbsäure als eine Verbindung von Gallussäure und Traubenzucker angesehen werden mag, wenigstens nach den Analysen, die wir bis jetzt von der Gerbsäure besitzen.

Erhitzt man die Gerbsäure stark und auf einmal, so entsteht daraus ebenso wie aus Gallussäure: $C^2H^2O$ ein- oder mehrmal genommen, nämlich Pyrogallussäure. Durch vorsichtiges Erhitzen von Gerbsäure oder Gallussäure bis auf 250° entsteht aus beiden $C^6H^4O^2$, d. h. Metagallussäure.

Bei vollkommener Gleichartigkeit von ganz eigenthümlichen Producten der pyrochemischen Producte ist aller Grund vorhanden, um die Präexistenz von Gallussäure in der Gerbsäure anzunehmen, namentlich in Verbindung mit dem Vorhergehenden.

Es ist noch eine Veränderung von Gerbsäure, welche in physiologischer Hinsicht Aufmerksamkeit verdient, nämlich die in Apothema. Diese geschieht in und außerhalb der Pflanzen und besteht in einer solchen Umsetzung der Bestandtheile der Gerbsäure, daß dabei Sauerstoff aufgenommen und Kohlensäure abgegeben wird und kein Pflanzenorgan weiter Theil hat.

Durch diese Veränderung werden gerbsäurehaltige Pflanzenrinden braun, so z. B. Chinarinde, Kastanienrinde, Weidenrinde, Eichenrinde, Zimmtrinde u. s. w. Die Kastanien selbst sehen in der Fruchtbekleidung weiß aus, werden aber bald braun. Ebenso verhält es sich mit der schönen Ver-

*) Gerbsäure, die in Blättern vorhanden ist und Sauerstoff aufnimmt, muß Kohlensäure ausstoßen. Daher können adstringirende Blätter wirklich Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure von sich geben.

änderung der Farbe, die das Mahagoniholz an der Luft erleidet.

In Rinden, in welche die Luft der Atmosphäre leicht eindringen kann, erleidet die Gerbsäure dieselbe Veränderung wie in ihrer an der Luft abgedampften Auflösung. Es bildet sich Apothema. Je nachdem dann die Rinden brauner sind, sind sie auch weniger gerbsäurehaltend und ist davon mehr Apothema bereitet.

## Zimmtsäure.

Zimmtsäure $C^{13}H^{14}O^{3}$ muß nothwendig Bittermandelöl enthalten und somit bestehen aus $C^{14}H^{12}O^{2} + C^{4}H^{2}O$. Erdmann und Marchand beobachteten beim Erhitzen der Zimmtsäure mit Schwefelsäure und zweifach chromsaurem Kali die Entstehung von Bittermandelöl, während sie aus Benzoësäure bei derselben Behandlung dieses nicht erhielten. (Journ. Bd. 2B S. 497.) Es kann auf diese Weise aber vom Bittermandelöl nichts entweichen, was als ein Kennzeichen dieser beiden Säuren dienen kann, der freiwerdende Sauerstoff muß die größte Menge Bittermandelöl in Benzoësäure verwandeln. Genug es liefert uns dieser Versuch einen durchaus zweifellosen Beweis, daß in der Zimmtsäure wirklich Benzoylwasserstoff vorkommt und daß diese somit eine complexe Säure ist.

Die Verwandlung der Zimmtsäure in Nitrobenzoësäure, wenn man sie längere Zeit hindurch der Einwirkung von Salpetersäure aussetzt, führt zu demselben Schluß. (Bullet. 1839 p. 380.)

Die Zimmtsäure ist ein Oxydationsproduct von einem Zersetzungsproducte des Zimmtöls. $C^{18}H^{16}O^{2}$ wird durch Austausch von $H^{2}$ und O, also durch den Sauerstoff der Luft gebildet, der ölige Körper selbst, der Cinnamylwasserstoff, entsteht aus Zimmtöl auf folgende Weise:

| | C | H | O |
|---|---|---|---|
| 3 Aeq. Zimmtöl . | 60 | 66 | $6 + O^6$ |
| α Harz . . . | 30 | 30 | 4 |
| β Harz . . . | 12 | 10 | 1 |
| Cinnamylwasserstoff | 18 | 16 | 2 |
| 5 Aeq. Wasser . . | — | 10 | 5 |
| | 60 | 66 | 12 |

In der Zimmtrinde wird somit nur $C^{20}H^{20} + H^2O$ abgeschieden, Alles, was man von Harzen oder Zimmtsäure darin findet, sind Oxydationsproducte von Zimmtöl.

Die Benzoësäure $C^{14}H^{10}O^3$ entsteht ohne Zweifel auf gleiche Weise im Benzoë. Das flüchtige Oel aber, woraus erst Benzoylwasserstoff $C^{14}H^{12}O^2$ gebildet und durch den Sauerstoff der Luft in Benzoësäure verwandelt wird, ist bis jetzt der Beobachtung entgangen.

## Salicin.

Nach neueren Versuchen von Piria ist Salicin aus nicht krystallisirbarem Zucker und einem Stoffe, den er Saligenin nennt, zusammengesetzt*).

| | |
|---|---|
| Glucose . . . | $C^{24}H^{40}O^{20}$ |
| Saligenin. . . | $C^{28}H^{32}O^8$ |
| Salicin . . . | $C^{52}H^{72}O^{28}$ |

Man trennt diese beiden Stoffe durch eine Auflösung von Synaptase, nach einiger Stunden Berührung schüttelt man das Gemenge und stellt es in Ruhe. Das Saligenin ist in Aether aufgelöst, es krystallisirt in großen glänzenden Platten, giebt mit Eisenoxydsalzen eine indigoblaue Färbung; verdünnte warme Säuren verändern es in Saliretin, Salpetersäure in Pikrinsäure, andere oxydirende Körper in Salicylwasserstoff. Ver-

*) Cpt. rend. Jul. 34 p. 186.

dünnte Salpetersäure bildet, indem sie auf Salicin einwirkt, eine Verbindung von Glucose und Salicylwasserstoff:

$$C^{52}H^{70}O^{31}.$$

Dieser Stoff, den er Helicin nennt, wird durch Synaptase, Säuren und Alkalien in Glucose, Salicylwasserstoff und Wasser zerlegt:

Glucose . . . $C^{24}H^{40}O^{20}$
Salicylwasserstoff $C^{28}H^{34}O^{8}$
Wasser. . . . $H^{6}\ O^{3}$

---

Helicin . . . $C^{52}H^{70}H^{31}$

Wenn oxydirende Körper (zweifachchromsaures Kali und Schwefelsäure) auf Salicin einwirken und Salicylwasserstoff duraus entstehen lassen, muß nach Piria das Saligenin Wasserstoff verlieren und die Glucose ganz und gar oxydirt werden.

Das Salicin ist daher ein complexer Stoff und das Saligenin $C^{28}H^{32}O^{8} = 2\,(C^{14}H^{16}O^{4})$ als eine Verbindung von den Elementen des Wassers mit denen vom Benzoylwasserstoff $C^{14}H^{12}O^{2} + 2\,H^{2}O$ anzusehen.

Benzoësäure, Spiräaöl, Zimmtsäure, Salicin haben daher dieselbe organische Gruppe gemein. Die beiden letzten sind wieder complexe Verbindungen.

Das Phloridzin $C^{42}H^{58}O^{24}$ ist ebenfalls ein complexer Stoff, der sich an das Salicin anschließt, da in beiden Fruchtzucker vorkommt. Durch Digestion mit verdünnter Schwefelsäure wird das Phloridzin zersetzt, der Fruchtzucker wird in der Flüssigkeit aufgelöst und ein Stoff $C^{30}H^{30}O^{10}$, der Phloretin genannt wurde, abgeschieden.

Phloretin . . . $C^{30}H^{30}O^{10}$
Fruchtzucker. . . $C^{12}H^{28}O^{14}$

---

Phloridzin . . . $C^{42}H^{58}O^{24}$.

Setzt man das Phloridzin der Einwirkung von Ammoniak und Sauerstoff aus, so wird daraus ebenso wie Orcein aus

Orcin ein schön blauer Körper erhalten, den Stass Phloredzëin nannte.

| | | |
|---|---|---|
| Wasserfreies Phloridzin | . . | $C^{42}H^{46}\ O^{18}$ |
| Ammoniak | . . . . . . . | $H^{12}N^{4}$ |
| Sauerstoff | . . . . . . . | $O^{8}$ |
| Phloredzëin | . . . . . . | $C^{42}H^{58}N^{3}O^{26}$ |

Das Phloridzin ist daher ein complexer Stoff, der Traubenzucker, enthält, und bildet dessenungeachtet mit Ammoniak und Sauerstoff einen dunkelblauen Stoff, der die Elemente dieses Zuckers enthält.

Wir können hieraus einen Blick in die organischen Gruppen werfen. Daß diese häufig sehr zusammengesetzt sind, ist durch das Phloridzin außer Zweifel gestellt. Wir sehen hieraus ferner, in welcher Weise der Zucker bei der Bildung neuer Stoffe angewandt werden kann. Endlich können wir noch daraus lernen, wie vielfältig die Stoffe zusammengesetzt sein können, die sich als Farbestoffe in den Pflanzen entwickeln.

Es giebt eine Menge bitterer, sogenannter indifferenter Stoffe in den Pflanzen, die stickstofffrei und mit Salicin und Phloridzin in eine Klasse in der organischen Chemie gebracht sind. Sie sind aber noch nicht genug studirt, um sie alle hier aufnehmen zu können, hierher gehören Anemonin, Hesperidin, Monosin, Myrrhoidin, Narcitin, Pariin, Syringin, Lactucin, Smilacin, Stramonin, Taraxacin, Rumicin u. s. w. Ich verweise in Betreff dieser auf die chemischen Lehrbücher.

## Bernsteinsäure.

$C^{4}H^{4}O^{3}$ kann durch Oxydation von Margarinsäure oder Stearinsäure durch Salpetersäure entstehen *).

Ebenso entsteht sie aus weißem Wachs unter denselben

*) Liebig. Organ. Chemie. S. 543.

Umständen. Das Wachs wird zuerst in ein Oel verwandelt, welches nachher verschwindet, so daß nichts weiter als Bernsteinsäure übrigbleibt *).

Wenn wir die Zusammensetzung des Myricins $C^{20}H^{40}O$ annehmen und den ganzen Kohlenstoff der Bernsteinsäure mit einrechnen, so haben wir $5(C^4H^4O^3) = C^{20}H^{20}O^{15}$, woraus folgt, daß $O^{10}$ erforderlich sind, um $H^{20}$ zu oxydiren und $O^{14}$ und die Menge Sauerstoff zu liefern, die dem Myricin fehlt, um Bernsteinsäure geben zu können.

Die Bernsteinsäure, die in dem Bernstein und den Harzen von noch lebenden Coniferen (nach Unverdorben, Bobat und Lecanu) gefunden wird, kann daher ein Oxydationsproduct von einem wachsartigen oder fettigen Pflanzenstoff sein. Es ist noch mehr Grund, um einiges Gewicht auf die Entstehungsweise der Bernsteinsäure zu legen, weil sie in altem Kümmelöl vorkommt, in welchem sie gewiß als Oxydationsproduct gebildet ist.

Wo man sie in den Pflanzen findet, ist sie stets in den äußeren Theilen, in welche die Luft leicht treten kann, neben Harzen vorhanden, die man als Oxydationsproducte erkennt.

## Aetherische Oele.

Aetherische Oele und Harze haben unter einander ein genetisches Band. Die letzteren entstehen aus den ersteren durch den Sauerstoff der Luft. Die meisten ätherischen Oele nehmen ihren Ursprung in den Umsetzungen von Stoffen, die in den Blättern vor sich gehen. In den Mentha- und verwandten Arten wird das Oel in den Blättern bereitet und daselbst aufbewahrt, weil die Pflanzen mit wässeriger Flüssigkeit gefüllt sind. Dieses geschieht dadurch, daß von einem unbekannten Stoffe Sauerstoff abgeschieden wird. In Fenchel- und

*) Bonald's: Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 43 S. 356.

Anissamen geht die Bildung der ätherischen Oele gleichfalls in dem Samen vor sich, der also während der Reife Sauerstoff entwickeln muß. In den Rosenblättern und in anderen Blumenblättern geschieht dasselbe, und man kann nicht zweifeln, daß wohlriechende Blumen Sauerstoff von sich geben. Es ist wahr, daß in Lakmus- und einigen anderen Wurzeln ätherisches Oel sich findet, solche Beispiele aber sind weniger allgemein, als die von der Bildung dieser Oele in den Früchten, mit einem Worte, in denjenigen Pflanzentheilen, die Sauerstoff von sich geben. Von den Blättern steigen die ätherischen Oele, im Pflanzensafte vertheilt, durch den Bast nieder und liefern diesem die Oele, welche darin als solche wie Zimmtöl, Terpentinöl oder in oxydirtem Zustande als Harze, Gummiharze, Balsame, Benzoë, Perubalsam, Storax vorkommen.

Die bekanntesten ätherischen Oele sind folgende:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1) | Oleum Elemi | | $C^{10}H^{16}$ Deville, |
| 2) | » | Citri | $C^{10}H^{16}$ Blanchet u. Sell, |
| 3) | » | Aurantiorum | $C^{10}H^{16}$ Völckel, |
| 4) | » | Balsami Copahubae | $C^{10}H^{16}$ Soubeiran u. Capitaine, |
| 5) | » | Calami | $C^{10}H^{16}$ Schnedermann, |
| 6) | » | Foeniculi | $C^{15}H^{24}$ Cahours, |
| 7) | » | Juniperi | $C^{15}H^{24}$ Soubeiran u. Capitaine, |
| 8) | » | Cubebae | $C^{15}H^{24}$ Soubeiran u. Capitaine, |
| 9) | » | Caryophyllorum | $C^{20}H^{32}$ |
| 10) | » | Terebinthinae | $C^{20}H^{32}$ Dumas, |
| 11) | » | Sabinae | $C^{20}H^{32}$ (Dumas, Laurent) |
| 12) | » | Piperis nigri | $C^{20}H^{32}$ (Soubeiran u. Capitaine), |
| 13) | » | Menthae Pulegii | $C^{10}H^{16}O$ Kane, |
| 14) | Stearoptenon olei Basilici | | $C^{20}H^{32} + 6H^2O$ Dumas u. Peligot, |
| 15) | Oleum Roris marini | | $C^{45}H^{76}O^2 = 9(C^5H^8) + 2H^2O$ Kane, |
| 16) | » | Bergamotti | $3(C^{10}H^{16}) + 2H^2O$ Ohme, |
| 17) | » | Caroyphyllinum | $C^{20}H^{32}O^2$ Dumas, |
| 18) | » | Valerianae | Borneen $C^{10}H^{18}O$ Gerhardt, Valeriasäure ist $C^{10}H^{18}O^3$<br>Valerol $C^{12}H^{22}O^2$ In der Pflanze scheint es aus Borneen $+ O$ zu entstehen. |
| 19) | » | Cajeputi | $C^{10}H^{18}O$ Blanchet u. Sell, |

20) Oleum Olibani $C^{35}H^{68}O$ Stenhouse,

21) » Cumini
- Cyminum $C^{20}H^{28}$ Gerhardt
- und
- Cuminol $C^{20}H^{24}O^2$ Cahours

wird nach de Lalande durch Destillation von Camphor mit wasserfreier Phosphorsäure mit denselben Eigenschaften erhalten.

22) Tolén (der flüchtige Stoff aus Tolubalsam) $C^{34}H^{36}$ Deville,

23) Stearoptenon olei Rosarum $CH^2$ Blanchet u. Sell,

24) » olei Menthae pip. $C^{20}H^{40}O^2$ Walther,

25) Oleum Rutae graveolentis $C^{18}H^{56}O^3$ Will,

26) Stearoptenon olei Majoranae $C^{14}H^{30}O^5$ Mulder,

27) » olei Moschatae $C^{16}H^{32}O^5$ Mulder,

28) Oleum Cinnanomi $C^{20}H^{22}O^2$ Mulder,

29) » Anisi concret. $C^{20}H^{24}O^2$
Dumas u. Cahours,
Blanchet u. Sell,
auch im Sternanis u. Fenchel.

30) » Spiraeae $C^{14}H^{10}O^3 + H^2O$ Piria,

31) Cinnameinum (in Peru- und Tolubalsam) $C^{14}H^{14}O^2$ Fremy,

32) Heleninum $C^{15}H^{20}O^2$ Gerhardt,

33) Oleum seminum Cynae (zwei ungleich flüchtige Oele) $C^{18}H^{30}O^2$ Völckel,

34) Cubebinum $C^{17}H^{18}O^5$ Soubeiran u. Capitaine,

35) Oleum Salviae
bei 130° Destill. $C^{12}H^{10}O$ Roehleder,
bei 130°—140° $C^{18}H^{30}O^2$
bei 150° $C^{12}H^{20}O$

$$= 2(C^6H^5O)$$
$$3(C^6H^{10}O^2)$$
$$2(C^6H^{10}O)$$

36) Anemoninum $C^{15}H^{12}O^6$ Fehling,

37) Oleum Origani vulgaris $C^{30}H^{20}O$ Kane,

38) Cumarinum (Stearopten aus Tonkabohnen) $C^{18}H^{14}O^4$ de Lalande *),

39) Oleum Artemisiae $C^{32}H^{42}O^3$ Laurent,

---

*) Unterscheidet sich durch O von Zimmtsäure $C^{18}H^{14}O^3$. Behandelt man Cumarin mit Kali, so wird $H^2$ ausgetrieben und es entsteht Cumarinsäure $C^{18}H^{14}O^5$.

40) » Cedrae (festes) $C^{32}H^{52}O^{2}$ Walther,

» » (flüssiges) $C^{32}H^{48}$

41) Stearoptenon olei Bergamotti $C^{3}H^{2}O$ Mulder, Ohme.

So wenig wir auch von den ätherischen Oelen wissen, so ist es doch erlaubt, das Folgende festzustellen:

Man findet die Kohlenwasserstoffe $C\,H$ z. B. in Nr. 31.

$C^{3}H^{2}$ . . . . 41.

$C^{5}H^{8}$ . . . . . 1 — 19.

$C\,H^{2}$ . . . . . 23. a.

Manche derselben sind überhaupt sauerstofffrei Nr. 1 — 12. Andere sind Oxyde und Hydrate davon, Nr. 13, 14, 15 oder Oxydhydrate Nr. 30. Diejenigen, welche von einer so einfachen Zusammensetzung abweichen, können Gemenge sein, es ist nämlich sehr schwierig, diese rein darzustellen. Ob die genannten Kohlenwasserstoffe den Namen von Radicalen verdienen, kann man nicht bezweifeln, da sie als solche Verbindungen mit anderen Stoffen eingehen, so z. B. mit Salzsäure. Es sind aber Radicale von geringer Beständigkeit, in der Art, daß ein Theil von dem Wasserstoff leicht gegen Sauerstoff austritt und der übrige Wasserstoff zurückbleibt, wir haben davon ein Beispiel in der Bildung der Terpentinharze:

$C^{40}H^{60}O^{4}$ die aus

$$8 . C^{5}\,H^{8} = C^{40}H^{64}$$

entstanden sind.

Aus diesem Grunde werden die ätherischen Oele auch leicht in den Pflanzen durch den Einfluß der Luft umgesetzt und ist es so schwierig, sie in dem Zustande, in welchem sie ursprünglich gebildet wurden, zu erhalten.

Die Stoffe, aus welchen die ätherischen Oele in den Pflanzen gebildet werden, sind ohne Zweifel solche, die zu den allgemeinen Bestandtheilen der Pflanzen gehören, denn wir finden sie überall.

Da nun die Entstehung von Fetten aus Amylum als bewiesen angesehen werden mag und ätherische Oele sich inso-

fern an die Fette anschließen, als sie sauerstoffarme Körper sind und deshalb zu ihrer Entstehung ähnliche Umstände erfordern wie diese, so können wir die folgende Betrachtung über ihre Entstehung daran anknüpfen, daß sie nämlich aus einer der auflöslichen Verbindungen von $C^{12}H^{18}O^{9}+H^{2}O$ durch den allgemeinen desoxydirenden Einfluß, der in den Pflanzen herrscht, gebildet werden. Weiter können wir bis jetzt nicht gehen.

Mit dieser Vorstellung schließen wir zugleich ferner aus, daß die Verschiedenheit in abscheidenden Organen ebenso groß sein müsse, als die ätherischen Oele selbst verschieden sind, wir führen im Gegentheile diese Verschiedenheiten alle auf kleinere Modificationen der Umstände zurück, unter die ein und derselbe Zelleninhalt treten kann, so wie ein sich zersetzender Stoff bei geringen Temperaturverschiedenheiten ganz und gar andere Verbindungen giebt. Der Eindruck, den die Elemente unter fortdauerndem Sauerstoffverlust aufnehmen, bestimmt ebenso die Art der gebildeten Verbindungen von C und H mit oder ohne O, als die Temperatur, der man ein Holz aussetzt, auf die Entstehung von Essigsäure und verschiedenen gebildeten gasförmigen und tropfbar flüssigen Kohlenwasserstoffen einen bestimmten Einfluß ausübt, oder auch nicht anders entstehen läßt, als CO, $CO^{2}$, $H^{2}O$, $N^{2}H^{6}$ und C.

Welch eine bedeutende Quelle von Sauerstoffentwicklung die Bildung der ätherischen Oele in den Pflanzen ist, braucht kaum noch angedeutet zu werden. Insofern sie ein directes oder indirectes Product von $C^{12}H^{18}O^{9}+H^{2}O$ sind, so ist zwar allerdings zur Entstehung von manchen neuen Stoffen fernere Gelegenheit gegeben, allein es muß dabei stets eine große Menge Sauerstoff ausgetrieben werden. Es giebt namentlich außer den kleinen Mengen Säuren, die in den Pflanzen spärlich gefunden werden (die der Früchte ausgenommen), keine und gewiß keine allgemein in den Pflanzen verbreiteten

Stoffe, die so viel Sauerstoff enthalten, wie die Gruppe $C^{12}H^{18}O^{9} + H^{2}O$.

Entsteht nun daraus $C^{5}H^{8}$, so bleiben $C^{7}H^{10}O^{9}$ übrig, d. h. eine Gruppe, in welcher beinahe so viel Sauerstoff wie in der Weinsäure $C^{8}H^{8}O^{10}$ enthalten ist, die aber die größte Menge Sauerstoff von allen bekannten Pflanzenstoffen, wenn man die Oxalsäure ausnimmt, einschließt. Was nun eben den Punkt anbetrifft, wozu die $C^{5}H^{8}$ übrigbleibende Gruppe $C^{7}H^{10}O^{9}$ wird und was daraus ferner bereitet wird, so muß jedenfalls Sauerstoff frei werden, weil Alles, was daraus dargestellt wird, weniger Sauerstoff enthält.

Gehen wir indessen auf die Beobachtungen zurück, so vermissen wir die Nebenstoffe bei der Bildung der ätherischen Oele. In Tannenholz z. B. finden wir kein Nebenproduct, noch weniger ein solches, welches an Menge mit dem gebildeten Terpentinöl gleichen Schritt hält — das Harz ist ein Oxydationsproduct aus dem Terpentinöl. — Wir schließen daher mit Recht, daß, welche Stoffe auch durch Desoxydation zur Bildung von ätherischen Oelen den Impuls geben, diese darin fast gänzlich zersetzt werden müssen und daß, insofern das Oel eines von denjenigen ist, die zur Klasse $C^{5}H^{8}$ gehören, von $5(C^{12}H^{18}O^{9}) = C^{60}H^{90}O^{45} + 3\,H^{2}O = C^{60}H^{96}O^{48}$ abgeleitet werden muß: $12 . C^{5}H^{8} = C^{60}H^{96}$, so daß 48 Aeq. Sauerstoff frei werden müssen.

Sehr viele ätherische Oele sind Gemenge von zwei verschiedenen, wovon eins gewöhnlich eine größere Neigung sich mit Sauerstoff zu verbinden — und bisweilen Stearoptene zu bilden — hat, als das andere. In einem solchen Falle scheint ein Gemenge von zwei Stoffen und nicht ein einzelner zur Entstehung der Oele die Veranlassung gegeben zu haben.

Was die stickstoffhaltenden anbetrifft, so sind diese aus mindestens zwei der Desoxydation ausgesetzt gewesenen Stoffen zu-

sammengesetzt, welcher Stoff aber den Stickstoff geliefert haben mag, ist nicht mit einigem Grunde anzugeben. Als solche scheinen sie nicht in den Pflanzen vorzukommen.

Endlich kann der Kautschouk nach Faraday's Analysen als aus $C^5H^9$ zusammengesetzt, insofern den ätherischen Oelen eingereiht werden, als er damit eine analoge Gruppe darstellt. Es ist bekannt, daß der Kautschouk sehr allgemein in den milchsaftführenden Pflanzen vorkommt.

## Fette.

Man kann mit vollkommener Sicherheit annehmen, daß viele Fette im Pflanzenreiche aus Amylum entstehen, welches sich unter desoxydirenden Einflüssen befindet. Wo es angehäuft ist oder von diesem Einflusse frei ist, wird es nur theilweise oder gar nicht in Fett umgesetzt (S. 280). Von allen kann die Entstehung aus Amylum nicht behauptet werden, weil dieses sich noch auf keine Thatsachen stützt.

Ueber die Entstehung der Pflanzenfette und deren Beziehung zu einander haben wir (S. 251) zur Genüge geredet. Ich verweise also dahin und erinnere hier nur in Verbindung mit dem, was über die ätherischen Oele gesagt ist, daß bei weitem der größere Theil der Fette $CH^2$ als Radical zu haben scheint, und daß sie also mit dem Stearopten des Muskatöls $C^{16}H^{32}O^5$, mit dem des Rautenöls $C^{28}H^{56}O^3$ insofern vergleichbar sind. So ist z. B. die Muskatsäure $C^{28}H^{56}O^3 + H^2O$.

Die Pflanzenfette sind von den ätherischen Oelen gewiß verschieden, sowohl in ihrer chemischen Natur als in ihren Eigenschaften, beide aber stehen dessenungeachtet in inniger genetischer Verbindung, insofern sie aus der allgemein verbreiteten Gruppe $C^{12}H^{18}O^9$ wenn auch nicht gerade aus demselben Gliede dieser Gruppe zu entstehen scheinen.

## Harze.

Die Harze sind, wie ich schon mehrmals angegeben habe, Oxydationsproducte der ätherischen Oele. Ihre Entstehungsweise lehrt uns dieses auf das Deutlichste. Aus ganz von Harz befreitem Terpentinöl stellt man nämlich dieselben Harze dar, die Tannenholz gewinnen kann. Sehr viele oxydirende Einflüsse lassen aus ätherischen Oelen Harze entstehen. Die natürlichen Balsame, die aus Harzen und Oelen bestehen, werden mit der Zeit ganz und gar in Harze verwandelt.

Die Kenntniß der Balsame und Harze ist für die Kenntniß der ätherischen Oele sehr wichtig. Der Perubalsam, der Storax u. s. w. die in der Pflanze aus einem Oele durch den Zutritt der Luft entstanden sind, lehren uns, wie zusammengesetzt das Gemenge gewesen sein muß, welches zur Entstehung von so vielfach verschiedenen Körpern die Veranlassung gegeben hat, Körper, die durch dieselben Einflüsse aus den Oelen entstanden sind und daher nicht aus einem und demselben Grundstoffe abstammen können. Ebenso lehren uns das Lackharz, Guajacharz, Copalharz u. s. v. a. die complexe Art der Oele kennen, die diese zusammengesetzten Gemenge haben entstehen lassen.

Daß die Harze aus ätherischen Oelen entstanden sind, die ein sehr großes Vermögen, Sauerstoff aufzunehmen, haben und darin von vielen anderen Oelen verschieden sind, braucht nicht angemerkt zu werden; daß ein Theil des Wasserstoffes nur durch den Sauerstoff ersetzt wird, ist ebenfalls schon früher gesagt.

Aus diesen letzteren Gründen ist es nicht schwierig, ein Urtheil über die Zusammensetzung der Oele, die zur Entstehung gewisser Harze die Ursache gaben, zu fällen. Nach dem Beispiele der Benzoëharze muß ich bemerken, daß die Substitution von $H^2$ durch O in einigen eine ansehnliche Höhe erreichen kann.

$\beta$ Benzoëharz $= C^{40}H^{46}O^{9} = C^{40}(H^{64} - H^{13})O^{9}$.

Hiernach ist von $8.C^{5}H^{8}$ durch $O^{9}$ substituirt: $H^{18}$ *).

$\gamma$ Benzoëharz $= C^{30}H^{40}O^{5} = C^{30}(H^{48} - H^{8})O^{4} + O$.

Es ist hierin von $6.C^{5}H^{8} + O$ durch $O^{4}$ substituirt: $H^{8}$.

$\alpha$ Benzoëharz ist eine Verbindung von diesen beiden Harzen $= C^{40}H^{46}O^{9} + C^{30}H^{40}O^{5} = C^{70}H^{86}O^{14}$.

Das elektronegative Harz von Copaivabalsam, welches nach Fehling $C^{40}H^{54}O^{5} + H^{2}O$ ist, schließt sich wiederum hieran, denn $C^{40}(H^{64} - H^{10})O^{5}$ ist $8.C^{5}H^{8} + O^{5}$, worin durch $O^{5}$ substituirt ist: $H^{10}$.

Die $\alpha$, $\gamma$ und $\varepsilon$ Harze aus Copaivabalsam sind nach Filhol Oxyde von 8. dem Radical $C^{5}H^{8}$, worin nur $H^{2}$ durch O substituirt ist:

$\alpha$, $\beta$ $C^{40}H^{62}O^{3}$,

$\gamma$ $C^{40}H^{62}O^{3}$,

$\varepsilon$ $C^{40}H^{62}O^{2}$.

Ebenso ist das krystallisirbare Harz aus Copaivabalsam nach Rose:

$$C^{45}H^{70}O^{4} = 9.C^{5}H^{8} = C^{45}(H^{72} - H^{2})O^{4}.$$

Die Sylvinsäure (aus Terpentin nach Trommsdorff), die Pininsäure (aus Terpentin nach H. Rose), das Colophan (aus Colophonium nach Blanchet und Sell) und ein Harz aus Copahiva (H. Rose) sind:

$$C^{40}H^{60}O^{4} = C^{40}(H^{64} - H^{4})O^{4}.$$

worin wiederum $H^{4}$ durch $O^{2}$ substituirt sind. Die anderen $O^{2}$ als oxydirender Sauerstoff betrachtet werden müssen.

Das Betulin ist nach Hess:

$$C^{20}H^{34}O^{4} = 4.C^{5}H^{8} + O^{3} + H^{2}O.$$

Das Elemiharz nach H. Rose:

$$C^{20}H^{32}O^{2} = 4.C^{5}H^{8} + O^{2}.$$

Unter den Harzen, die sich aus diesen einfachen Formeln

*) Ich habe die Formel von van der Vliet (Bullet. 1839 p. 213) um $H^{2}$ vermindert, was mit den Resultaten der Analysen übereinstimmt.

nicht ableiten lassen, gehören das krystallisirte Euphorbiumharz:

$$C^{14}H^{24}O \text{ (H. Rose) } = C^{15}H^{24}O^2.$$

Das Harz aus Tolubalsam: $C^{18}H^{20}O^5$ (Deville), in welchem Deville außer Cinnamein noch Benzoësäure, Zimmtsäure und ein Oel: $C^{24}H^{36}$ fand. Berechnet man das Harz auf $C^{24}H^{26}O^7$, was die Analysen ausdrücken, so erhält man $C^{24}(H^{36}-H^{10})O^7$ oder $12.C^2H^3$, worin $H^{10}$ durch $O^5$ substituirt sind, und das Harz enthält somit $O^2$ als säuernden und $O^5$ als $H^{10}$ ersetzenden Sauerstoff.

Die isolirten Harzgruppen, die in einigen isolirten Zellen vorkommen, kennt man ihrer Art nach noch nicht. Es ist wahrscheinlich, daß auch diese aus ätherischen Oelen, unter dem Einflusse des von angrenzenden Theilen herbeigeführten Sauerstoffs entstehen. Auf solche Weise kann auch das Aloëharz, welches in verlängerte Zellen eingeschlossen ist, durch den im Inneren der Pflanze entwickelten Sauerstoff aus einem ätherischen Oele entstanden sein, und es brauchen die Harze nicht gerade immer den Sauerstoff der Luft, um aus ätherischen Oelen zu entstehen.

## Pflanzenalkalien.

Diese Klasse von Körpern ist noch wenig bekannt, wiewohl wir in Betreff der procentischen Zusammensetzung dieser Körper gut unterrichtet sind. Die eigentliche Constitution derselben ist aber noch nicht erforscht. Man glaubte, weil die Sättigungsfähigkeit derselben sich nicht nach den Sauerstoff-Aequivalenten, sondern nach denen des Stickstoffs richtet, daß sie Verbindungen einer sauerstofffreien Gruppe mit Ammoniak wären. Es stimmen damit auch die Platinchloridverbindungen überein, die sie alle bilden.

Einige dieser Alkalien sind ohne Zweifel so zusammengesetzt, daß sie als verschiedene Oxyde von demselben Radical

betrachtet werden können. Nehmen wir z. B. den Stickstoff als Ammoniak aus den Formeln heraus, so stehen Cinchonin und Chinin in einer sehr einfachen Beziehung zu einander:

Cinchonin $C^{20}H^{24}N^2O = C^{20}H^{18}O + N^2H^6$

Chinin . . $C^{20}H^{24}N^2O^2 = C^{20}N^{18}O^2 + N^2H^6$

und bringen wir $H^2O$ in Rechnung, da es gewöhnlich in Ammoniakverbindungen angetroffen wird, so enthält

Cinchonin . $C^{20}H^{16}$

Chinin . . $C^{20}H^{16}O$.

Ein anderes Verhältniß findet auch zwischen Morphin und Codein Statt:

Codein . $C^{35}H^{40}N^2O^5 = C^{43}H^{34}O^5 + N^2H^6$

Morphin . $C^{35}H^{32}O^5 = C^{35}H^{34}O^6 + N^2H^6$.

Substituirt man auch hiervon $H^2O$, so erhält man:

Codein . $C^{35}H^{32}O^4$

Morphin . $C^{35}H^{32}O^5$.

Es besteht daher unter diesen Pflanzenalkalien dieselbe einfache Verbindung wie zwischen bi — tri und Oxyprotein und Protein.

Es ist damit aber die Natur dieser Körper bei weitem noch nicht an's Licht gebracht.

Wir wollen indessen zunächst einige nach dieser Vorstellungsweise zergliedern:

Strychnin . $C^{44}H^{48}N^4O^4 = C^{44}H^{32}O^2 + 2(N^2H^6 + H^2O)$.

Brucin . . $C^{44}H^{50}M^4O^7 = C^{44}H^{34}O^5 + 2(NH^6 + H^2O)$.

Narkotin . $C^{40}H^{40}N^2O^{12} = C^{40}H^{32}O^{11} + N^2H^6 + H^2O$.

Piperin (Will, Varrentrapp und Regnault.)

$C^{34}H^{38}N^2O^6 = C^{34}H^{30}O^5 + N^2H^6 + H^2O$.

Jernin . . $C^{60}H^{90}N^4O^5 = C^{60}H^{74}O^3 + 2(N^2H^6 + H^2O)$.

Berberin . $C^{42}H^{52}N^2O^{16} = C^{42}H^{44}O^{15} + N^2H^6 + H^2O$.

Chinovatin (Manzini.)

$C^{46}H^{54}N^4O^8 = C^{46}H^{36}O^6 + 2(N^2H^6 + H^2O)$.

Harmalin (Varrentrapp und Will.)

$C^{24}H^{26}N^4O = C^{24}H^{12} + N^4H^{12} + H^2O$.

Aus dieser Aufzählung folgt, daß der stickstofffreie Körper vom Strychnin $C^{44}H^{32}O^{2}$ und vom Brucin $C^{44}H^{34}O^{5}$, wenn er wirklich darin vorkommt, ausgedrückt werden kann durch $C^{44}H^{32}O^{2}$ und $C^{44}H^{32}O^{3} + O^{2} + H^{2}O$, so daß diese in einer ebenso nahen Beziehung zu stehen scheinen, wie Codein und Morphin, wie Cinchonin und Chinin.

Narkotin zeigt wiederum dasselbe einfache Verhalten nämlich:

$$C^{40}H^{32}O^{4}.$$

Vergleicht man damit das Doppelte des Stoffes von Chinin und Cinchonin, so hat man;

Cinchonin $C^{40}H^{32}$
Chinin . $C^{40}H^{32}O^{2}$
Narkotin. $C^{40}H^{32}O^{11}$.

Ueber die anderen kann man für jetzt nichts weiter sagen.

Indem ich die Pflanzenalkalien auf stickstofffreie Stoffe zurückgeführt und den Stickstoff im Ammoniak aufgenommen habe, muß ich ausdrücklich bemerken, daß ich damit allein eine leichte Uebersicht über die Beziehung ihrer Elemente bezweckte.

Wir haben einen Versuch von Liebig, der selbst gegen die Anwesenheit von Ammoniak in denselben spricht. Nach Liebig geben Pflanzenalkalien mit Salpetersäure zersetzt kein salpetersaures Ammoniak, was sie, wenn sie Ammoniak enthielten, geben müßten. Er meinte, daß sie vielleicht Amidverbindungen sein könnten, dagegen aber spricht wiederum der Umstand, daß sie mit Kali kein Ammoniak geben.

Redtenbacher und Wertheim haben eine ausführliche Untersuchung hierüber unternommen. Als vorläufiges Resultat der Zusammensetzung des Piperins theilen sie mit (Ann. d. Chem. u. Phys. Mai 1845 S. 254), daß Piperin als eine schwache Verbindung von einer stickstoffhaltigen Säure mit Anilin anzusehen sei, Narkotin dagegen soll eine lose Verbindung einer stickstofffreien Säure mit einer eigenthümlichen Basis sein. Das Starkgenin von Blyth ist der hiermit am meisten übereinstimmende basische Körper. Schieben wir da-

her unser Urtheil über die Constitution der Pflanzenbasen bis dahin auf, wo genauere Untersuchungen einige weitere Gründe liefern, auf die man eine Vorstellung ihrer Natur bauen kann.

Daß diese Pflanzenalkalien ihren Stickstoff aus zersetztem Protein in den Pflanzen bekommen, ist früher schon angegeben. Enthalten sie nun kein Ammoniak, so können sie sehr wohl aus einem stickstofffreien Körper und Ammoniak entstanden sein, ebenso wie Orcein und Phloridzin.

Es giebt einige wenige flüchtige Alkalien, die sauerstofffrei sind.

Nikotin (Ortigosa) $C^{10}H^{16}N^{2}$

Conicin (Ortigosa) $C^{16}H^{32}N^{2}$

Die Wissenschaft fängt erst an, diese Pflanzenalkalien zu ergründen, und mit Grund mögen wir daher von der Zukunft weiteres Licht darüber erwarten.

Wenn schon sie keine Alkalien sind, so meine ich doch, daß die folgenden Körper am besten hier zu nennen sind:

Amygdalin $C^{40}H^{54}N^{2}O^{22}$.

Unter dem Einflusse eines Alkali's verliert dieses $N^{2}H^{6}$ und nimmt $H^{4}O^{2}$ auf, um Amygdalinsäure

$$C^{40}H^{52}O^{24}$$

zu werden. Diese ist daher eine Ammoniakverbindung. Durch Synaptase wird sie in Blausäure, Bittermandelöl, Zucker 2c. zerlegt und ist daher keinenfalls mit Pflanzenalkalien zusammenzuwerfen. Wahrscheinlich aber entsteht es unter ähnlichen Umständen, wie jene.

Coffein, Thein, Gauranin $C^{8}H^{10}N^{4}O^{2}$ können ebenso wenig wie das Theobromin

$$C^{9}H^{10}N^{6}O^{2}$$

als eine Ammoniakverbindung angesehen werden.

Das Asparagin $C^{8}H^{16}N^{4}O^{6}$ enthält gewiß Ammoniak, da es durch Alkali in Asparaginsäure:

$$C^{8}H^{10}N^{2}O^{6},$$

also unter Ammoniakverlust verwandelt wird.

Die Hälfte des Ammoniaks ist dann in einer anderen Art und Weise darin vorhanden.

## Farbestoffe.

Es ist ein offenbares Kennzeichen der Lücken, die noch in der gegenwärtigen Wissenschaft bestehen, daß man eine Reihe von Körpern nach einer Eigenschaft, der Farbe, die sie besitzen oder annehmen können, benennt. Es würde ebenso verkehrt sein, wenn man den chromsauren Salzen ihrer Färbung wegen einen eigenen Platz in der Chemie geben wollte.

Die Farbestoffe kennt man noch sehr unvollkommen. Sehr viele haben in den Pflanzen keine Farbe, erhalten sie aber unter dem Einflusse der Alkalien und dem Sauerstoffe der Luft. Ammoniak verbindet sich bisweilen damit und bildet dann violette oder blaue Stoffe, die kein Ammoniak mehr, sondern die Elemente davon enthalten; Kali und Natron veranlassen weitere Sauerstoffaufnahme und bedingen eine Färbung:

| | | |
|---|---|---|
| Hämatoxylin (Erdmann.) | $C^{40}H^{34}O^{15}$ | wird durch Aufnahme von Sauerstoff roth. |
| Brazelin . (Preisser.) | $C^{36}H^{28}O^{12}$ | wird roth unter Sauerstaffaufnahme bei Gegenwart von Kali und verwandelt in: |
| Brazelëin . (Preisser.) | $C^{36}H^{28}O^{14}$ | roth |
| Carthamin . (Preisser.) | $C^{26}H^{18}O^{5}$ | wird bei Gegenwart von Kali unter Sauerstoffaufnahme roth und verwandelt in: |
| Carthamëin (Preisser.) | $C^{26}H^{18}O^{7}$ | roth. |
| Santalin | | ist in farblosem Zustande unbekannt. |
| Santalëin (Pelletier.) | $C^{16}H^{16}O^{32}$ | roth, kann durch $H^{2}S$ in farbloses Santalin verwandelt werden. |
| Quercitrin (Preisser.) | $C^{32}H^{30}O^{14}$ | wird unter Sauerstoffaufnahme an der Luft gelb und bildet: |

Quercitrëin $H^{32}H^{30}O^{18}$ gelb *)
(Preisser.)
Spiräin $C^{15}H^{16}O^{7}$ gelb.
(Löwig und Weidmann.)

Diese und andere sind stickstofffrei. Sie können sich in allen Pflanzentheilen entwickeln, ursprünglich sind sie in den Pflanzen ungefärbt, werden aber unter Sauerstoffaufnahme gefärbt. Diese Veränderung ist durch eine einfache Oxydation bestimmt.

Unter denjenigen, die unter dem Einflusse von Sauerstoff und Ammoniak Farbe annehmen, selbst aber ungefärbt sind, gehören:

Lecancrin (Schunk) $C^{18}H^{16}O^{0}$,

ein Stoff, der mit Baryt gekocht, 2 Aeq. Kohlensäure verliert, und Orcin: $C^{16}H^{16}O^{4}$ bildet, welches seinerseits unter Sauerstoffaufnahme und durch Ammoniak in einen schönen blauen Farbestoff, das Orcein, verwandelt wird **). Diese Veränderung ist mit derjenigen gleichartig, die das Phloridzin erleidet, wenn es in Phloridzein verwandelt wird, und wodurch künstlich Farbestoffe dargestellt werden, die ohne Zweifel in einigen Blumen vorkommen.

Endlich verdient noch der farblose Indig $C^{16}H^{10}N^{2}O$ genannt zu werden, der durch Sauerstoffaufnahme in den blauen Indig verändert wird: $C^{16}H^{10}N^{2}O^{2} + H^{2}O$, sobald er nur der Luft ausgesetzt wurde.

Aus dieser kurzen Aufzählung dieser Stoffe kann man ableiten, daß die Farbestoffe der Pflanzen Oxydationsproducte von farblosen Stoffen sind, daß diese daher Sauerstoff nöthig haben um Farbe zu bekommen; daß der Sauerstoff aus der Atmosphäre aufgenommen wird, und daß daher dünne Gegenstände, wie die Blumenblätter, in dem Maße leicht eine Farbe

*) Balley hat hierfür gefunden $C^{16}H^{16}O^{9}$.

**) Man sehe Erythrylin $C^{32}H^{32}O^{6}$ und Roccellin: Kane in den Ann. der Chem. u. Phys. 3 Sèr. T. 2 p. 1.

annehmen können, sobald sie nur einen solchen Stoff enthalten, und mehr oder weniger dünn sind.

Ueber den Ursprung aller dieser Stoffe kann man nichts mit einiger Wahrscheinlichkeit beibringen*). Die meisten derselben sind bis jetzt ganz und gar nicht bekannt, andere nicht mit den Sorgfalt analysirt, daß man ihnen ohne Weiteres Vertrauen schenken kann. Das Streben der Wissenschaft war in der letzten Jahren vielmehr darauf gerichtet, die organischen Stoffe verschiedenen Einflüssen auszusetzen und daraus abgeleitete Körper darzustellen, als nachzuspüren, was für Verbindungen im Pflanzenreiche zu Hause sind. Nichts desto weniger ist die Kenntniß dieser Stoffe, die durch Umsetzungen des Pflanzenzelleninhaltes zu Stande kommen, von größter Bedeutung, nach meinem Urtheile von größerer, als die Kenntniß vom Naphthalin und dem, was man daraus Alles ableiten kann. Bei einem so ungemein großen Umfange, wie dem der Chemie, lasse man sich niemals durch Nützlichkeitsstreben leiten, muß man aber eine Auswahl treffen, so wähle man vor allen anderen diejenigen Dinge, die uns die Natur in ihrer Thätigkeit besser erkennen lehren. Die Natur geht über die Kunst.

Dieser Theil der Wissenschaft aber ist noch weit davon entfernt, ein gewisses Ganzes zu bilden. Die Pflanzenphysiologie, muß der Chemie hierin die Hand bieten und die Forderungen, die sie an die Chemie macht, feststellen, die Chemie aber muß die im Pflanzenreiche vorkommenden Stoffe solchen Einflüssen unterwerfen, daß so viel als möglich diese mit den in den Pflanzen vor sich gehenden übereinstimmen.

Die Entdeckung von Piria, die Spaltung des Salicins betreffend, kann hier als Vorbild gelten, sie ist die schönste Entdeckung, die bis jetzt im Gebiete der Phytochemie gemacht werden konnte.

---

*) Meyen (Phys. II. p. 428) hat viel beachtungswerthe Thatsachen über Farbestoffe angegeben.

# X. Nahrungsmittel und Ernährung der Thiere.

---

Alles, was den Umfang eines organischen Körpers vergrößern oder ihm Dauer und Stärke geben kann, nennt man Nahrung, die Verrichtung, durch welche diesem entsprochen wird, Ernährung. Von seinem Ursprung an bedarf der organische Körper Stoffe, um sich auszubreiten, nach seiner vollkommenen Entwickelung Stoffe, um sich in dem Zustande, in den er gekommen ist, zu erhalten, nicht bloß in so weit es das Gewicht der verschiedenen Bestandtheile oder der organischen Gruppen, aus denen das organische Ganze besteht, betrifft, sondern auch, um die Thätigkeit, die davon unzertrennlich ist, ununterbrochen fortdauern zu lassen. Keine unrichtigere Vorstellung, als die Ernährung ausschließlich eine Herstellung des Verlorenen zu nennen, und darin ihre ganze Bezeichnung zu suchen. Es ist wahr, ein entwickeltes Individuum verliert wohl Stoffe, und dieser Verlust muß wieder ersetzt werden; aber dieses Verlieren und Ersetztwerden sind bloß Mittel zur Ernährung; die Verrichtung selbst hat weder mit Herstellen noch mit Verlieren etwas gemein; sie besteht allein in der Unterhaltung einer unaufhaltsamen chemischen Veränderung der Bestandtheile des Organismus, und da die Unterhaltung dieses Stoffwechsels zuweilen mit wenig Stoffverlust, mit wenig neu

zugeführter Materie viel besser zu Stande kommt, als mit großen von außen neu hinzugeführten Massen, so wird uns dadurch zugleich angedeutet, daß der dem Organismus zugeführte Nahrungsstoff nicht bloß nach dem Gewicht in Betracht gezogen werden darf.

Wenn die Regel wahr ist, daß derjenige Körper am besten ernährt wird, dessen Verrichtungen am regelmäßigsten unterhalten werden, so zerfällt die Bezeichnung der Ernährung als Ersatz des Verlorenen in sich selbst und es tritt dafür eine andere an die Stelle, die uns auf etwas anderes, als auf die Mengen von aus- und eingetretenen Stoffen hinweist.

Es könnte bei einer oberflächlichen Betrachtung scheinen, daß die Lebensthätigkeit mit allem was dazu gehört, die Unterhaltung aller Verrichtungen also, Athemholen, Thätigkeit der Muskeln, entwickelte Wärme rc. in einer bestimmten Beziehung stehen müsse zum Stoffverbrauch; aber dem, der mit der Naturwissenschaft unserer Tage nicht unbekannt ist, scheint dies nicht so. Man hat eine bestimmte Beziehung gefunden zwischen Kräften verschiedener Art: eine gewisse Menge mechanischer Kraft weckt ein Aequivalent elektrische, diese ein Aequivalent chemische Kraft, diese ein Aequivalent Wärme. Die Verrichtungen des lebenden Organismus dürften hiervon keine Ausnahme machen; im Gegentheil würden wir, wenn wir einen Maaßstab dafür besäßen, aller Wahrscheinlichkeit nach sehen, daß ein Aequivalent derselben durch ein Aequivalent chemischer Kraft von den Nahrungsstoffen, deren Umsetzung in dem Körper geschieht, hervorgebracht wird.

Uns fehlt indeß ein Maaß für alle Lebensthätigkeit und ein Maaß für den Wechsel der Stoffe in dem Organismus. Jede Vergleichung ist deshalb unmöglich. Aber was uns nicht fehlt, ist die helle Ueberzeugung, daß chemische Kraftentwickelung mit Stoffverbrauch nicht gleichen Schritt hält. Die Gruppen, welche wir als Nahrungsstoffe be-

nutzen, bestehen aus mit einander verbundenen Grundstoffen, welche bei ihrer Umsetzung immer neue Kräfte in dem Organismus wecken und verbrauchen können. Wer kann ihnen auf ihrem Wege folgen, viel mehr noch, wer kann die Art oder gar das Maaß der Kräfte, die dabei geweckt oder verbraucht werden, bestimmen?

Es sind also nicht die Kräfte, welche beim Verbrennen einer gewissen Menge Kohlenstoff oder Wasserstoff frei werden, mit denen wir es in der Thier-Physiologie zu thun haben; es sind selbst nicht die Kräfte, die beim Verbrennen einer gewissen Menge Stärke-Kohlenstoff oder Stärke-Wasserstoff geweckt werden, aber es ist eine ganze Reihe von Metamorphosen mit allen ihren Folgen, die wir von dem Amylum zu wissen nöthig haben. Die Chemie ist nicht reif genug, um der Physiologie zu liefern, was sie nöthig hat, und man überrede sich daher nicht, daß in gewissen Resultaten, die man aus ausgeathmeter Kohlensäure und anderen ähnlichen Thatsachen abgeleitet hat, einiger Maaßstab für Lebensthätigkeit gelegen ist. Es ist die Verwechselung von Stoffverbrauch und chemischer Kraftentwickelung, die hier zu Grunde liegt und welche zum großen Nachtheil der Wissenschaft immer mehr eingeführt wird. Ein Gran Opium, einige wenige Grane Campher vermehren die thierische Wärme beträchtlich, lassen in einer gewissen Zeit weit mehr Wärme durch die Haut nach außen strahlen; ein paar Grane Digitalis bewirken das Gegentheil, ebenso einige Löffel Essig. Wie kann man behaupten, daß im ersteren Fall mehr, im letzteren weniger Stoff verbraucht ist? Es hat im ersteren Fall gewiß ein anderer Stoffwechsel stattgefunden, ein anderer Stoffverbrauch, aber einen größeren Stoffverbrauch hier anzunehmen, dafür spricht keine einzige Wahrnehmung.

Wer es behauptet, der lehre uns dann, warum ein Gran arsenige Säure den Organismus wie in lichterlohe

Flamme setzt, ihn überall Erscheinungen einer erhöhten Thätigkeit zeigen läßt; er gebe uns eine Erklärung von der brennenden Hitze der Hände und des Kopfes bei Schwindsüchtigen, von der Hitze derer, die an einem continuirlichen Fieber leiden, die tagelang anhält, ohne daß Nahrung genossen wird, und wo die Abmagerung nach dem Ende der Krankheit doch nicht größer ist, wie sie bei einem Gesunden sein würde, welcher die gleiche Zeit hindurch gehungert hätte.

Einen Maaßstab für organische Kräfte haben wir noch nicht, und es ist auch nicht wahrscheinlich, daß man ihn jemals finden wird; der Stoffverbrauch ist sicher dieser Maaßstab nicht. — Denn wäre er es, so müßte zwischen dem Gewicht der verbrauchten Nahrungsstoffe und dem Maaße der dadurch hervorgebrachten Lebenserscheinungen eine Aequivalent-Beziehung bestehen, eine Beziehung, welche, wie kühn auch behauptet, nur auf dem Papier besteht, und nicht mehr als ein Hirngespinnst ist. Für diejenigen, welche die Verrichtungen des Organismus im weiteren Sinn auffassen können und nicht bei der rohen Bezeichnung einiger Functionen stehen bleiben, ist solch eine Lehre eine belachenswerthe.

Wie die Ernährung bei den sogenannten höheren Thierklassen, d. h. bei solchen, deren Bau am meisten zusammengesetzt ist, zu Stande kommt, scheint auf den ersten Anblick von ferne so deutlich nicht, wie bei den Pflanzen und den niederen Thierarten. Und doch ist die eigentliche Function der Ernährung immer und überall dieselbe. Gewöhnlich nimmt man an, daß den elementaren Formen der verschiedenen Gewebe eine Flüssigkeit dargeboten werden muß, worin das enthalten ist, was diese bedürfen, um die Stoffe, welche sie bei der Umsetzung, welcher die meisten ausgesetzt sind, verloren haben, wieder aufzunehmen; die Umsetzung der elementaren Formen hängt jedoch mit dieser Aufnahme neuer

Stoffe genau zusammen, ist als ein Ganzes mit demselben anzusehen und die Vorstellung vom Gewinnen und Verlieren von Materie muß daher auch hier nicht als das ganze Wesen der Ernährung angemerkt werden. Im normalen Zustande des thierischen Körpers vermehrt oder vermindert sich die Masse des Körpers nicht, und eben so wenig die einer elementaren Form desselben. Die elementaren Formen und der Stoff, woraus sie bestehen, haben einen Reiz nöthig, um in dem einmal angenommenen Zustande zu bleiben, und erhalten diesen Reiz sicher von in chemischer Umwechselung begriffenen Stoffen, die auf sie chemisch zurückwirken und also eine gewisse materielle Veränderung hervorbringen, aber nicht in dem Sinn von Verlieren und wieder Empfangen. Eine elementare Muskelfaser z. B., welche zu einem gut unterhaltenen Organismus gehört, bleibt wie sie ist und empfängt von der dargebotenen Nahrungsflüssigkeit nicht mehr, wie sie an dieselbe abgiebt. Die Nahrungsflüssigkeit, in Umsetzung begriffen, pflanzt ihren Einfluß auf die elementare Muskelfaser fort, aber auch die Muskelfaser auf die Nahrungsflüssigkeit, und gerade in der harmonischen Zurückwirkung beider, wozu der Wechsel von Stoffen das Mittel ist, liegt das Wesen der Ernährung eines entwickelten Organismus aufgeschlossen. Die Muskelfaser, welche ist, ist kein alter oder verbrauchter Theil, welcher erneuert werden muß, oder durch die Nahrungsflüssigkeit erneuert wird; sie bleibt, was sie ist, aber beantwortet den chemischen Eindruck, den sie von der Nahrungsflüssigkeit empfängt, dadurch, daß sie einige Moleküle abgiebt und aufnimmt, thut dies um so mehr, in je größerer Wirksamkeit sie begriffen ist, und in diesem unaufhaltsamen Abgeben und Aufnehmen kleiner Theilchen, bei Allem, was thierisch lebt und thierisch ernährt wird, liegt die Quelle von Wirksamkeit, die es zeigt; es ist eine Zurückwirkung auf einen chemischen Reiz, welcher von der Nahrungsflüssigkeit ausgeht, und diese Zurückwirkung kann nicht

stattfinden ohne Stoffverbrauch; aber deshalb besteht die ganze Ernährung nicht in diesem Stoffverbrauch. Daher rührt es denn auch, daß Leute von gleicher Lebensweise, oder Thiere, die dasselbe Maaß von Ruhe und Bewegung haben, durch ganz andere Nahrung ganz normale Verrichtungen haben können. Die Männer essen im Allgemeinen weit mehr wie die Frauen, und in den höheren Ständen, wo beide wenig Arbeit zu verrichten und keine besondere körperliche Kraftanspannung haben, sieht man sie beide gesund, und die Verschiedenheit im Stoffverbrauch giebt keine Rechenschaft von einiger Verschiedenheit, die zwischen beiden besteht. Die Frauen sieht man elastisch und gesund bleiben, vornehmlich bei Gemüse-Nahrung, während die Männer, die große Mengen Fleisch genießen, keiner einzigen Erscheinung nach kräftiger oder gesunder heißen können.

Ein aufgeweckter Geist erhöht die Thätigkeit des Magens; eine gedrückte Gemüthsstimmung lähmt dieselbe; eine elastische Haut macht die Speiseverarbeitungs-Organe wirksamer; eine weiche Haut vermindert ihre Wirksamkeit. So lange uns eine Aequivalent-Beziehung zwischen Geist und Nerventhätigkeit, zwischen Nerventhätigkeit und den chemischen Kräften, die wir organische nennen, unbekannt ist, kann die Andeutung einer Aequivalent-Beziehung zwischen den organischen Kräften und den chemischen Kräften, welche die Nahrungsstoffe bei ihrer Umsetzung in dem Organismus entwickeln, in der Wissenschaft nicht bestehen; eine Beziehung dieser organischen Kräfte zu dem beim Athemholen verbrannten Kohlenstoff ist und bleibt allzeit Unsinn, wenn auch ein Arbeiter viel mehr ißt, als ein Müßiggänger, woran Niemand zweifelt, und welches deshalb auch nicht gedruckt zu werden braucht.

So lange von dem Einfluß, welchen kräftige Nahrung auf den Geist ausübt, keine Rechenschaft abgelegt ist; so lange die einfache Thatsache nicht erklärt ist, daß eine kleine

Menge Alkohol, als Bier, Wein ꝛc. genommen, alle Lebensthätigkeit erhöht, die Muskelkraft beträchtlich zunehmen läßt, so lange ist es gut zu sagen, daß die Wissenschaft hierin noch keine Aufklärung geben kann. Aber so lange man die Wirkung des Alkohols auf den Organismus bloß aus seinen $C_4H_{12}O_2$ ableitet, die der Margarinsäure allein aus ihren $C_{34}H_{68}O_4$, die des Amylums bloß aus seinen $C_{12}H_{20}O_{10}$, und man $H_{20}O_{10}$ einfach wegläßt und von $C_{12}$, die mit $O_{24}$ $= 12 CO_2$ geben, Rechenschaft giebt, rufen wir denen, die dies thun, zu: »verstümmelt die Wissenschaft nicht länger, denn Ihr kennt ihre Bedürfnisse nicht und gebt uns Kartenhäuser statt eines festen Gebäudes, welches allein durch dessen Kundige, nicht durch Unkundige aufgebaut wird. Die Lampe, worin wohl Oel brennt, aber nicht Amylum, sollte Euch lehren, daß für den thierischen Körper auch Amylum kein Fett ist und daß der thierische Körper etwas Anderes ist, wie ein immer rauchender Schornstein; daß der thierische Körper keine Fabrik von Excrementen (voil) ist, die ausgeworfen und daher durch ein eben so großes Gewicht von bloßen CHNO ersetzt werden müssen.«

Es ist so: bei den höheren Thierklassen zeigen sich zwei einander gegenüber gestellte Verrichtungen, Ausscheidungen sogenannter verbrauchter Stoffe und Aufnahme neuer aus der Außenwelt; das Endresultat weist daher wirklich auf ein Verbrauchen; aber es sind gerade die Ausscheidungen, welche die hauptsächlichen Quellen von Störung des chemischen Gleichgewichts in dem thierischen Organismus sind, und diesen Quellen muß daher ein dynamischer, und nicht ein roher materieller Charakter zuerkannt werden. Ohne Ab- und Ausscheidung ist gelähmtes oder kein gestörtes chemisches Gleichgewicht, und wo Ab- und Ausscheidung stattfinden, muß Zufuhr sein, oder es würde Erschöpfung an Stoff folgen, und ohne Stoff kein gestörtes chemisches Gleichgewicht derselben. Die Ab- und Ausscheidungen sind daher

Bedingungen zur guten Unterhaltung der Thätigkeit im Organismus, nicht Wege, auf denen gewisse Excremente aus dem Körper geführt werden. Ich meine daher, daß wir in einer guten Vorstellung der Ernährung da anfangen müssen, wo die Vorsteher von Abscheidungen in dem Sinn von überflüssigen oder für den Körper schädlichen Stoffen endigen, daß die Nieren, die Lungen 2c. die Quellen gestörten chemischen Gleichgewichts sind, wodurch die Function des Stoffwechsels (Ernährung) unterhalten wird. Das Wesen der Verbrennung liegt auch nicht in dem Hinzuführen von so viel Holz oder Steinkohlen oder daß gerade so viel Kohlenstoff hinzutrete, wie Asche, Kohlensäure und Wasser aus dem Feuer geführt wird; das Austreten von Asche, Kohlensäure und Wasser und das Hinzuführen von Holz oder Steinkohle sind nothwendige Bedingungen zur Verbrennung, aber die Verbrennung selbst liegt weder in dem Herbeiführen noch in dem Austreten dieser Stoffe, sondern im Wechseln chemischer Verbindungen oder in der Bildung derselben.

So auch in dem thierischen Organismus. Was gute und wirksame Säfte hervorbringt, ist daher Nahrung; was gute und wirksame feste Theile unterhalten, d. h. in Form, Verrichtung und Zusammensetzung erhalten kann, ist Nahrung für den Organismus.

Ist die Rede von Vermehrung des Umfangs des thierischen Organismus, so muß das, was wir Nahrung nennen, noch einen anderen Dienst erfüllen; es muß nicht bloß unterhalten, was ist, nicht bloß in Wirksamkeit halten, was wirksam ist, sondern überdies auch neue Stoffe herbeiführen, die zwischen die schon vorhandenen niedergelegt werden. Das Pflanzenreich befindet sich während seines ganzen Bestehens in einem solchen Zustande; keine Pflanze ist jemals ausgewachsen, und wenn es auch solche giebt, die kaum merkbar mehr in Länge oder in andere Richtungen sich vergrößeren, in der immer sich erneuernden Entwickelung von

Blättern und Früchten, in dem steten Fester- und Dichterwerden der Holzzellenlagen, ist die unaufhaltsame Zunahme an neuer Masse sonnenklar.

Ebenso bei jugendlichen thierischen Individuen, bei Frauen, wenn sie ihre Frucht tragen, aber auch in vielen anderen Perioden des Lebens bei allen Thieren. Es ist ein zeitweises Zu- und Abnehmen von Masse, bei einigen Thieren periodisch, z. B. bei den Winterschläfern, aber auch bei allen anderen abhängig von größerer Ruhe oder Bewegung, Krankheitszuständen, Menge und Art von gebrauchter Nahrung und so vielen Umständen mehr, was daher in weiterem Sinn zur Nahrung gerechnet werden kann. Es verdient indeß von der Unterhaltung dessen, was ist, von Form, Stoff und Verrichtung, die bestehen, unterschieden zu werden, und es ist nur der allgemeine weniger richtige Sprachgebrauch, welcher sie beide unter einer Beziehung begreift, welcher sie auch in der Wissenschaft als eins auftreten läßt. Man sollte das letztere Vermehrung und Verminderung in Masse nennen, und kann niemals denselben Begriff daran knüpfen, welcher an Ernährung geknüpft werden muß.

Thieren, welche in Umständen leben und sich bewegen, die ungefähr umfassen, was ihr Körper nöthig hat, fehlen Organe, durch welche die aufgenommenen Stoffe gewisse Veränderungen erleiden können. Von solcher Art sind die Schwämme, bei denen die Stoffe aus dem Medium, in welchem sie sich befinden, durchschwitzen von einer Stelle zur anderen; im Bau näheren sie sich den Pflanzen. Aber indem man in Zweifel ist, ob man sie zu den Pflanzen oder Thieren rechnen soll, weil ihnen Verdauungsorgane fehlen, drückt man dadurch aus, daß man es als zum Wesen der Thiere gehörend ansieht, daß Organe zur Zubereitung der von außen herbeigeführten Stoffe nicht fehlen dürfen. Bei den polygastrischen Infusorien findet man einfache Zellen,

worin die Nahrung aufgenommen wird, und woraus die hier vorhandenen Stoffe durch Durchschwitzung den ganzen Organismus durchdringen: eine wahre Endosmose also. Bei anderen findet man einen oder mehrere Kanäle, worin sicher aus den Speisen gezogene Flüssigkeit aufgenommen, und woraus diese durch den Organismus fortgeführt wird, durch Vermittlung der Endosmose, selbst auf große Abstände. Ein System von Röhren, die mit der Atmosphäre einige Gemeinschaft haben, durchdringt bei diesen den Organismus und führt die Luft zu allen Stellen, wo die Nahrungsflüssigkeit endosmotisch durchdringt. So ist es bei den Insekten. Bei anderen wird der Apparat mehr zusammengesetzt, ist er ein eigener Kanal, worin die Speisen bleiben, verändert werden, und woraus Röhren entstehen, die erst dann, wenn die darin enthaltene Nahrungsflüssigkeit durch eigene Organe mit der Luft in Berührung gebracht ist, dieselbe durch den Körper führen.

In einer besonderen physiologischen Chemie würde dies alles eine specielle Auseinandersetzung verdienen; in einer allgemeinen müssen wir uns auf das Allgemeine beschränken; aber indem wir die sogenannten höheren Thierklassen vorzüglich zu Gegenständen unserer Betrachtung machen, ist doch dies sicher, daß selbst bei den niedrigsten Thierarten wohl der Mechanismus, wohl die Form der Ernährung abweichend ist, dieselbe aber hinsichtlich ihres eigentlichen Charakters doch durchaus nicht in einem anderen Sinn aufgefaßt werden muß, wie wir sie bei den höheren Thierklassen erkennen. Wenn bei dem Insekt ein Blutgefäß vorhanden ist, aus welchem nur wenige Verzweigungen entstehen, und in welches an vielen Stellen Nahrungsflüssigkeit aus den Speiseverarbeitungs-Organen ausgegossen wird; wenn diese Nahrungsflüssigkeit längs großer Abstände endosmotisch wechseln muß und überall auf seinem Wege den Sauerstoff der Luft in den Luftkanälen, mit denen der Körper des Insekts

durchwebt ist, antrifft, und unter dem Einfluß desselben verändert wird; so finden wir hier im Wesentlichen dasselbe, was wir bei den höheren Thierklassen antreffen, wo Herz und Blutgefäße und Lungen vorhanden sind. Das Capillarsystem, welches hier als feines Netzwerk den Organismus größtentheils durchwebt, führt hier nur Flüssigkeit herbei, bis nahe zu den Stellen, die ernährt werden sollen, und der ganze Mechanismus der Respiration und Circulation diente nur, nicht um Ernährung zu Stande zu bringen — denn diese geschieht außerhalb des Capillarsystems —, sondern um die Nahrungsflüssigkeit auf diese Art den elementaren Formen anzubieten. Bei den Insekten und den höheren Thierklassen geschieht die eigentliche Ernährung ganz auf dieselbe Weise: es ist eine Wirkung und Zurückwirkung von elementaren Formen und Nahrungsflüssigkeit, welche letztere endosmotisch ihren Ort verändert.

Während wir in allgemeinen Zügen über Nahrung und Ernährung der Thiere das eine und andere mittheilen wollen, verweise ich, mehr noch wie in anderen behandelten Gegenständen, auf die betreffenden physiologischen Werke von Müller, Valentin, Wagner und Anderen, welche wir darüber in dieser Zeit besitzen. Ich will mich darauf beschränken, aus chemischem Gesichtspunkt zunächst der Nahrung nachzugehen, darauf das abzuhandeln, was auf die Veränderung der Nahrungsstoffe, die dem Körper angeboten werden, sich bezieht, demnach Speichel, Magensaft, Galle und Pankreassaft, Darmsaft; weiterhin der Veränderung selbst auf der Spur folgen, in dem Speisekanal. — Als Endresultat werden wir dann zur Zusammensetzung des Blutes aufsteigen, den Einfluß der Luft auf dasselbe erwägen, um darnach das Blut auf seinem Wege zu verfolgen, a) als Mittel zur Unterhaltung von Stoff und Form, b) als Mittel zur Unterhaltung von Verrichtungen. Zu diesen bringen wir dann, als zu unserem Zweck gehörend, die, welche auf

Stoffwechsel auslaufen: die Ab- und Ausscheidungen, in so weit sie nicht bereits im Laufe der Untersuchung vorgekommen sind.

## Blick auf die thierischen Nahrungsmittel.

Die unorganischen Stoffe, die bleibende Bestandtheile des Organismus sind, wechseln gleichwohl in demselben in größerem oder geringerem Maaße. Mit dem Urin und anderen Abscheidungen werden Kalk-, Magnesia-, Kali- und Natronsalze von Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kohlensäure, Chlor aus dem Körper getrieben. Es liegt in der Natur der Sache, daß, wenn ein Organismus im gesunden Zustande bleiben soll, eben so viel eingeführt werden muß, wie austritt. Ob sie in dem Körper eine Veränderung erleiden, ist nur erst von wenigen bekannt, von einigen indeß mit Sicherheit.

Die Verbindung von phosphorsaurem Kalk z. B., von Phosphor und von Schwefel mit dem Fibrin bildenden Stoff, einer Protein-Verbindung, wird bei jedem Athemholen zum größeren oder kleineren Theil geschieden, C, H, N, O, S, P in neue Gruppen geordnet und der phosphorsaure Kalk frei gemacht. Dieser wird zum Schluß mit dem Urin ausgetrieben. Er hat keine Stelle mehr in dem Organismus, außer in noch unentwickelten Individuen in den Knochen.

Was daher die unorganischen Stoffe betrifft, so kann man in einem einmal entwickelten Individuum von diesen näherungsweise leicht feststellen, welche und wie viel derselben in der Nahrung enthalten sein müssen: denn so viel im normalen Zustand aus dem Körper geführt wird, so viel ungefähr muß auch in einer gewissen Zeit eingeführt werden. Ein kleiner Spielraum ist hier übergelassen, so daß sicher nicht alles in chemischen Aequivalenten herbeigeführt zu werden

braucht, aber die Verschiedenheit kann zwischen gewissen Grenzen bestimmt werden.

Daß ein Theil dieser unorganischen Stoffe in dem Organismus selbst wechselt, zerlegt wird, lehrt uns manche Erscheinung.

Zunächst giebt es eine Zersetzung unorganischer Salze außerhalb der Lungen und des arteriellen Systems, wodurch eigenthümliche Stoffe hervorgebracht werden. In den ersten Wegen werden die schwefelsauren Salze ebenso zersetzt, wie es in stehenden Wässern geschieht. Es entwickelt sich Schwefelwasserstoff, wovon ein Theil von dem Schwefel der Schwefel-Phosphor-Proteinverbindungen der pflanzlichen oder thierischen Nahrung abzuleiten sein mag, dessen größte Mengen aber mit Kohlenwasserstoff und Kohlensäure Zersetzungsproducte sind, die sich an diejenigen anschließen, welche in stehenden Wässern, z. B. denen von Amsterdam, im Sommer ausgetrieben werden.

Außer der Zersetzung eines Theils der schwefelsauren Salze ist zugleich außer Zweifel die Zersetzung von einem Theil des Chlormagnesium der Nahrungsstoffe. Es ist namentlich sicher, daß in dem Magensaft dann und wann freie Salzsäure vorkommt, während in den Speisen und Getränken keine Spur davon angetroffen wird. Gewöhnlich leitet man dasselbe vom Kochsalz ab, aber ohne einigen Grund.

Vor vielen Jahren wurde bereits bekannt gemacht (Wateren van Amsterdam, p. 177), daß das Chlormagnesium ein Salz ist, welches unter dem Einfluß organischer Stoffe in stehenden Wässern sehr leicht zersetzt wird; daß von diesem Salz allein die Salzsäure abgeleitet werden muß, welche in der Luft verbreitet und vom Regenwasser aufgenommen, vorzüglich in Amsterdam, zur Bleikrankheit so viel Gelegenheit giebt. Dieses Chlormagnesium, in dem gewöhnlichen Trinkwasser und vielen Speisen vorhanden, ist auch ein Bestandtheil des Blutes, und unter denselben Einflüssen, unter

denen schwefelsaure Salze zersetzt werden in Sulfurete, die ihrerseits kohlensaure Salze und Schwefelwasserstoff geben, wird das Chlormagnesium im thierischen Körper unter Wasserzersetzung in Salzsäure und Magnesia geschieden. Die Magnesia verbindet sich dabei mit einer Säure und fließt als ein anderes Magnesiasalz mit dem Blut herum, während die Salzsäure auf die Auflösung der Speisen wirkt (siehe ferner **Magensaft**).

Die Menge der schwefelsauren Salze und des Chlormagnesiums der gebrauchten Nahrung wird daher in dem thierischen Organismus vermindert, und die Excrete sind deshalb keine festen Maaßstäbe mehr für die in den Körper zu führenden unorganischen Stoffe.

Ebenso nimmt bei gewissen Salzen, die unorganische heißen, die Menge in dem thierischen Organismus zu. Beim Genuß von weinsteinsaurem, citronensaurem, äpfelsaurem Kali oder Natron ꝛc. werden die organischen Säuren zersetzt und Carbonate, welche mit dem Urin ausgetrieben werden, treten an ihre Stelle. Daher ist wiederum das Austretende kein vollkommener Maaßstab für das, was in den Körper eingeführt ist. Aber in einem entwickelten Individuum treten wenigstens Kali, Natron, Kalk und andere fixe Basen unverändert aus und wird längs des Weges der Excrete der größte Theil von Phosphorsäure, Schwefelsäure, Chlor ꝛc. in ähnlicher Form ausgetrieben, in welcher es dem Körper angeboten wurde.

Man hat sich viel Mühe gegeben, aus den Reihen der unorganischen Verbindungen die fest zu stellen, welche Bestandtheile von Thieren ausmachen können, aber eine allgemeine Beziehung scheint dafür nicht zu finden zu sein. Jeder Grundstoff kann ohne Widerspruch Bestandtheil des thierischen Organismus werden; das lehren uns die Arzneimittel. Käme ebenso Zink oder Strontian in der Nahrung vor, wie Eisen und Kalk darin getroffen werden, so hätten Zink und

Strontian sicher einen bestimmten Platz unter den Bestandtheilen des thierischen Organismus, einen gewichtigen Platz, so wie ihn nun das Eisen oder der Kalk hat. Dann wäre der Organismus jedoch unter dem Einfluß des Zinks ein anderer, wie er jetzt ist, so wie das Blei, das Quecksilber den Organismus modificiren, wenn diese Metalle in kleinen Mengen lange gegeben werden. Würde eine Reihe auf einander folgender Generationen hindurch eine kleine Menge von irgend einem Metall dem Futter beigemengt, einer gewissen Thierart geboten, so würde diese Thierart sich modificiren in der Art, wie dieses Metall es von sich ausgehen läßt. Die Arbeiter in den Quecksilberbergwerken verlieren nicht bloß ihre Zähne, sondern auch ihre Kinder verlieren dieselben, wenn auch die Kleider, die in den Minen gebraucht wurden, sorgfältig außer Berührung mit der Hausgenossenschaft gehalten werden.

Käme kein Eisen in unserer Nahrung vor, so hätten wir keinen rothen Farbestoff im Blut, wir wären dann zwar nicht geradezu farblose Wesen, aber doch ohne Zweifel ganz andere Wesen wie wir jetzt sind. Wäre kein phosphorsaurer Kalk in unserer Nahrung, so würden uns nicht allein alle Stützen für unseren Organismus fehlen, sondern wir würden dabei andere Formen haben, wir würden andere Wesen sein, und schon deshalb allein, weil unser Gehirn dann nicht von einer festen Schale umgeben wäre, würden wir ein anderes Denkvermögen, und vielleicht gar kein Denkvermögen besitzen.

Aber mehr als solche allgemeine Bemerkungen erlaubt uns die Wissenschaft unserer Tage nicht zu machen hinsichtlich der wahren Stellung, welche die unorganischen Stoffe in dem thierischen Körper einnehmen. Sie gehen ein und aus, aber dies lehrt uns nichts über die Function, die sie erfüllen. Sie sind eben so unentbehrlich für den Organismus, wie C, H, N, O, und darum wahre Nahrungsmittel zu nen-

nen. Aber sie werden, bis auf wenige Ausnahmen, bei ihrem Eintritt in den Körper nicht verändert, und ich verschiebe daher ihre weitere Betrachtung auf den Artikel Blut.

Die organischen Stoffe, die zu den Nahrungsstoffen gebracht werden, sind wenige an Zahl. Wir können sie eintheilen 1) in solche, die unverändert in den Körper aufgenommen werden, und 2) in solche, welche bei der Aufnahme verändert werden. Zu den ersteren gehören Protein, Oxyprotein, Tri-Oxyprotein und einige Fettsäuren, nämlich Stearin-, Margarin- und Elainsäure; zu den letzteren alle anderen Fettsäuren, Lipyloxyd, leimgebende Stoffe, Chondrin, Pflanzen-Cellulose, wenn auch nur von sehr jungem Pflanzengewebe, die Amylumarten, Dextrin, die Zuckerarten, Pectose, Milchsäure, ferner Essigsäure, die meisten alkalischen Salze mit organischen Säuren, wie weinstein-, äpfel- und citronsaure Salze (die in vielen Früchten gefunden werden), essigsaure Salze, brenzliche thierische Oele (die in gerösteten Speisen vorkommen), wozu — wenn die Menge, die davon in den Körper übergeht, nicht zu klein ist, um sie Nahrungsmittel zu nennen — die gewürzartigen Stoffe ganz oder theilweise, auch Alkohol, Benzoësäure, Campher, ꝛc. gerechnet werden können. Durchlaufen wir diese zwei Klassen nun in der Kürze aus diesem Gesichtspunkt.

Protein ist unter verschiedenen Formen und in verschiedenen Verbindungen in pflanzlicher und thierischer Nahrung vorhanden; es wird bei der Ernährung der Thiere daher nicht verändert. Der Schwefel, welchen es gebunden enthält, mag zum Theil in den ersten Wegen abgeschieden, der Phosphor an einige derselben gebunden werden*), z. B.

*) Aus Untersuchungen, die unlängst publicirt sind (Scheik. Onderz., Deel IV), ist abgeleitet, daß Schwefel und Phosphor mit dem Protein als $SN_2H_4$ und $P_2N_2H_4$ verbunden sind.

vom Casein, welches aus Albumin entsteht, aber das Protein, welches im Pflanzenleim, Pflanzeneiweiß, geronnenen Pflanzeneiweißstoff, im Legumin, im thierischen Pflanzeneiweißstoff, im Faserstoff vom Blut, im Casein, im Globulin und in vielen anderen thierischen Stoffen vorkommt, ebenso das Tri-Oxyprotein der Bouillon, das Oxyprotein des Eidotters, der Muskelfasern ꝛc. werden so in das Blut gebracht, nehmen daselbst eine wichtige Stelle ein, gehören unmittelbar zu den zusammengesetzten Theilen des thierischen Organismus und mögen daher als Nahrungsstoffe betrachtet werden, die unverändert in den thierischen Körper übergehen. Findet man sie doch in dem thierischen Körper im Blut, im Chymus und Chylus und in den Nahrungsmitteln; es ist daher kein Grund, sie nicht als nicht veränderliche Nahrungsmittel anzusehen.

Liebig hat die Lehre vorgetragen, daß geronnener Eiweißstoff der Pflanzen mit Blutfibrin, Pflanzeneiweiß mit thierischem Eiweiß, Legumin mit Casein vollkommen übereinstimme, und der Sache den Anschein gegeben, als ob ein Thier durch den Genuß von geronnenem Pflanzeneiweißstoff Blutfibrin bekäme, bei Entbehrung desselben aber das Blutfibrin nicht erlangte. Wäre diese Lehre eine wahre, so stände es mit dem Thierreich unglücklich bestellt. Der Säugling, welcher im ersten Jahre nichts als Muttermilch empfängt, und also außer einigen Salzen nichts als Fette, Milchzucker und die Bestandtheile des früher sogenannten Caseins, der also keine Spur von Fibrin oder Albumin erhält, nimmt doch in der Menge von Fibrin und Albumin beträchtlich zu, und hat außerhalb seiner Verdauungsorgane keine oder nur eine bis heute noch zweifelhafte Spur von Casein. Die säugende Frau, welche sich durch Körner ernährt, durch Roggenbrod z. B. und durch Kartoffeln, wie es in den geringeren Ständen oft der Fall ist, fließt gleichwohl über von

Milch, obschon sie keine Spur von Casein genießt. Der Reconvalescent, welcher einen großen Blutverlust erfuhr, und durch den Genuß von Suppen, die kein Fibrin oder Albumin enthalten, seinen Verlust an Fibrin und Albumin alsbald hergestellt werden sieht, sollte nach dieser Lehre so lange blutlos bleiben, bis er durch den Genuß von Fibrin das Fibrin, durch den Genuß von Albumin das Albumin bekommen hätte. Diese Lehre ist daher ein Hirngespinnst.

Zum Glück ist für Menschen und Thiere ein allgemeiner Grundstoff im Fibrin, Albumin, sogenannten Casein, Legumin, Pflanzeneiweiß und geronnenen Pflanzeneiweiß ꝛc. vorhanden, welcher, unter Veränderung der mit ihm verbundenen Schwefel-, Phosphor- oder Sauerstoffmengen, selbst unveränderlich bleibt, so daß aus Albumin Fibrin, aus Fibrin Albumin entstehen, aus Legumin Fibrin, aus Casein Fibrin und Albumin gemacht werden können, einfach dadurch, daß in dem thierischen Organismus das modificirt wird, wodurch der eine Stoff von dem anderen verschieden ist, aber daß das bleibt, was sie gemein haben, nämlich eine gewisse selbständige organische Gruppe. Dieser Stoff, den ich vor einigen Jahren Protein genannt habe, hat also einen sehr festen Bestand, da dieselbe Gruppe bewahrt bleibt, wenn auch die damit verbundenen Schwefel-, Phosphor- oder Sauerstoffmengen ganz und gar sich ändern. In Bouillon, worin er mit Sauerstoff verbunden vorkommt, ist an organischen Elementen alles vorhanden, was zur Fibrin-, Albumin-, Casein-Bildung erfordert wird, denn bei Bouillon und Amylum kann das Leben lange unterhalten, durch Amylum und Bouillon kann Milchabscheidung befördert werden. Zu der Gruppe kann leicht Sauerstoff zutreten, so daß aus Eiweiß aus Vogeleiern sauerstoffreicheres Fibrin entsteht. Die Schwefel- und Phosphorverbindungen, die sie besitzen kann, treten aus und treten zu, wenn aus Albumin Casein wird,

oder aus Casein Albumin: das Protein bleibt dabei unverändert dasselbe.

Fürwahr, eine treffliche Einrichtung in der thierischen Welt! Ob die Thiere durch pflanzliche Proteinstoffe genährt werden, die von denen des thierischen Körpers nur wenige Eigenschaften besitzen, oder denselben ganz fremd scheinen, wie z. B. Legumin, oder ob sie durch thierische Proteinverbindungen genährt werden, welche denen, woraus ihr eigener Körper besteht, ziemlich gleich sind, dies macht für die Ernährung in der Hauptsache keinen Unterschied. Eine grasfressende Kuh und eine Löwin haben daher gleichartiges Fleisch, dasselbe Blut-Fibrin und Albumin, und geben beim Säugen dasselbe Casein an ihre Jungen; ein Infusorium, welches in einem Abzug von Heu entstand, findet in diesem Abzug unmittelbar das Baumaterial für seinen Organismus, und der Pfahlwurm, welcher das Holz durchnagt, hat in dem Eiweißstoff des Holzes sein Protein, welches, nur wenig modificirt, als Bestandtheil seines Organismus auftreten soll. — Siehe: es ist eine Einfachheit in diesem Gegenstand, die erhaben ist und mit Bewunderung erfüllt, wenn man der grenzenlosen Verschiedenheit nachgeht, welche durch die einzige organische Gruppe zu Stande gebracht wird.

Unter den Nahrungsmitteln ist diese Gruppe denn in erster Stelle diejenige, welche in dem thierischen Organismus keine Veränderung zu erleiden braucht. Alles was früher eiweißartige Körper genannt wurde, und was jetzt Proteinverbindungen geheißen wird, erleidet nur eine beikommende (bykomende) Veränderung im Sauerstoff-, Phosphoramid- und Sulphamidgehalt: die Hauptgruppe bleibt unverändert, bis sie, den allgemeinen Einflüssen des thierischen Organismus ausgesetzt, zersetzt wird. Von dieser Gruppe muß jedes Thier eine gewisse Menge von außen empfangen, oder es stirbt, aber es scheint in gewissen Grenzen gleichgül-

tig zu sein, in welchem Verhältniß Schwefel- und Phosphoramid, mit derselben verbunden, dargeboten werden, da Fibrin, Albumin, Casein, Pflanzeneiweiß, Legumin, alle gleich gut im Stande scheinen, um Fibrin, Albumin, Casein bei dem Thier, welches genährt wird, zu bilden.

Diese Gruppe, das Protein, bleibt hierbei unverändert; die Schwefel- und Phosphor-Amide, die damit vereinigt sind, werden nur modificirt, das Fehlende ersetzt, das was zu viel ist, abgeschieden. Unter den nicht verändert werdenden Nahrungsstoffen steht daher das Protein oben an.

In demselben Fall sind die Fettsäuren, welche in der Nahrung vorkommen, und in dem ernährt werdenden Thiere angetroffen werden. Die Margarinsäure von Schweinefett ist dieselbe, wie die von Menschenfett; sie wird daher bei der Verdauung nicht verändert. Wenn sie aber mit Lipyloxyd verbunden und also als Margarin genossen wird, so muß dieses Lipyloxyd abgeschieden werden, um die Margarinsäure unverändert in einen zusammengesetzten Bestandtheil des Körpers übergehen zu lassen. Fette Menschen sah ich manchmal mager werden, einfach dadurch, daß man ihnen den Gebrauch von Butter abrieth, und magere Fett bekommen, dadurch, daß man ihnen einen reichlicheren Gebrauch von Butter anrieth. Nach der Art der Fettstoffe der Thiere sind Stearinsäure, Margarinsäure und Elainsäure geradezu oder nicht veränderte Nahrung zu nennen. Sie gehören zu den Bestandtheilen des Körpers, eben so wie Protein und seine Verbindungen, und ich räume ihnen deshalb keinen besonderen Platz ein; sie werden, ebenso wie das Protein und seine Verbindungen, im zersetzten oder veränderten Zustande wieder aus dem Körper geführt, und mögen daher mit Protein und seinen Verbindungen darin wieder auf derselben Linie stehen. Endlich, sie werden zur Hervorbringung unentbehrlicher Bestandtheile des Körpers gebraucht und sind in dieser Hin-

sicht auch mit Protein und seinen Verbindungen zu vergleichen.

Daß die Fette im thierischen Körper einen wesentlichen bleibenden Dienst thun und als Nahrungsstoffe dargeboten, nicht bloß dienen, um das Athemholen oder eine andere Function zu unterhalten, erhellt aus vielen Thatsachen. Zunächst kann kein thierischer Organismus ohne Fette in dem Bindegewebe bestehen. Aber was von viel größerem Belang ist, man findet solch eine große Menge Fette als zusammensetzende Theile des Gehirns und der Nerven, daß man den Fetten einen sehr wichtigen bleibenden Dienst in dem Organismus zuschreiben muß. Endlich ist das Vorhandensein von Cholesterin, um ein Beispiel zu nehmen, so allgemein, — ein Stoff, der nicht in Pflanzennahrung vorkommt, und unter Verlust von Sauerstoff aus den Nahrungsfetten bereitet wird — daß man auch ihm eine wichtige Stelle unter den unentbehrlichen Bestandtheilen des Ganzen einräumen mag. Am Ende mögen ihre Elemente zum Theil durch das Athemholen als Kohlensäure und Wasser ausgetrieben werden; wer darum eine Klasse von Nahrungsmitteln zum Athmen annimmt, für den wird das Feuer unter einem Dampfkessel deshalb geschürt, um den Schornstein rauchen zu lassen.

Daß in dem Bindegewebe und anderswo für eine gewisse Zeit Fette niedergelegt werden können, um zu anderer Zeit wieder aufgelöst und in die Blutmasse aufgenommen zu werden und zu dem eigentlichen Stoffwechsel zu dienen, ist eine Thatsache. Wir sehen dies bei den Thieren, die einen Winterschlaf haben, und bei den Insekten gegen den Anfang ihrer Metamorphose, aber auch bei den Thieren im Allgemeinen. Bei gewissen Menschen nimmt das Fett, welches den Augapfel umgiebt, so schnell ab und zu, daß sie bei Mangel an Nahrung innerhalb weniger Stunden hohlstehende Augen bekommen, die jedoch nach genossener Nah-

rung ebenso schnell in den gewöhnlichen Zustand zurückkehren.

Wer indeß deshalb den Fetten eine besondere Stellung unter den Nahrungsstoffen zuerkennen wollte, würde übersehen, daß bei dem Protein dasselbe Verhältniß stattfindet. Die Insekten, welche gegen die Zeit ihrer Metamorphose hin fetter sind, enthalten auch in demselben Maaße eine größere Menge Protein angesammelt; die Thiere, welche im Winter schlafen, sind vor dem Winter nicht bloß fetter, sondern haben auch mehr Muskelmasse, und sind nach dem Winter nicht bloß magerer in Hinsicht des Fettes, sondern haben dann auch weniger Muskelsubstanz. Und wer daran zweifeln sollte, betrachte eine gut genährte Kuh im Herbst im Vergleich mit dem, was sie im Frühjahr war, und erwäge die Erfolge der Fettweide und frage sich, ob gutes Gras der Kuh bloß Fett, oder zugleich auch Fleisch giebt. Endlich, bei starker Ernährung des Menschen sehen wir ihn nicht bloß Fett, sondern bei gleichmäßiger Uebung des Körpers, zugleich mehr Muskelmasse bekommen, während wir im Gegentheil beim Hungern oder bei schlechter Ernährung die Muskelmasse mit dem Fett schnell abnehmen sehen.

Das Protein wird also auch bei guter Ernährung in dem Muskelgewebe niedergelegt, als ein Stoff, welcher die Muskelfasern in Umfang zunehmen läßt, und wohl hauptsächlich zwischen den Primitivfasern, ebenso wie das Fett in den Fettzellen niedergelegt wird, um, beim Mangel an demselben im Blut, von da dem Bedarf des Körpers vorzustehen *). Ich kann darum dem Fett keinen anderen Platz zuerkennen, als den, der ihm als Nahrungsstoff von allgemeinem und großem Belang zukommt.

Es ist wahr, Fett enthält keinen Stickstoff; aber wer hat jemals vom thierischen Organismus kennen gelehrt, daß

*) S. p. (646) und Harting in recherches micrométriques, Utrecht 1845.

ihm nur durch stickstoffhaltige Stoffe gut gedient werden kann? Der Gegensatz, den man früher zwischen Pflanzen und Thieren aufstellte, daß erstere vor allem kohlenstoffhaltig, letztere vor allem stickstoffhaltig seien, hat noch viele schädliche Folgen in der Wissenschaft unserer Tage übergelassen und u. a. das, daß man das Ernährungsvermögen der Stoffe nach ihrem Stickstoffgehalt mißt. Ich habe bis jetzt vergeblich nach Gründen gesucht, wodurch dieser Maaßstab gerechtfertigt würde; es ist nicht bloß das quantum, sondern es ist das quale, was hier zum Maaßstab dienen muß. Milchsäure und Gummi können hier, unter hundert anderen, als Vorbild dienen,

$$2 \times C_6H_{10}O_5 = C_{12}H_{20}O_{10},$$

zwei Stoffe, welche vollkommen dieselben quanta enthalten, aber in der Beschaffenheit für den Organismus gänzlich verschieden sind.

Es ist auch ferner wahr: es ist viel Protein in dem thierischen Körper, und dies ist daher ein Hauptstoff, so daß, wenn es möglich wäre, aus dem Stickstoffgehalt eines Nahrungsgemenges auf seinen Proteingehalt zu schließen, er dann ein Maaßstab dafür sein würde; aber abgesehen davon, daß nicht alle Nahrung Protein zu enthalten braucht, ist noch so vieles unentbehrlich in dem thierischen Organismus, daß man wiederum einseitig wird, wenn man darauf das Auge nicht richtet. Die Fette gehören dazu und wohl mit in erster Reihe.

Nicht verändert werdende Nahrungsstoffe sind daher Protein, Oxyprotein, Tri-Oxyprotein, Stearinsäure, Margarinsäure, Elainsäure, die drei letzteren und noch andere Fette nach der Art des Thieres verschieden. Daß dazu sich noch mehrere hinzufügen werden, wenn wir von der Art der organischen Stoffe von Pflanzen und Thieren mehr Kenntniß erlangt haben, ist zu erwarten.

Die verändert werdenden Nahrungsstoffe er-

leiden nicht bloß eine solche Veränderung, wobei sie aufgelöst werden; denn in diesem Fall sind auch die oben genannten; sondern sie werden chemisch umgesetzt. Vorerst gehören dazu viele fette Säuren, diejenigen namentlich, die in dem Thier, welches ernährt wird, nicht vorkommen, z. B. Myristinsäure, Coccinsäure, Laurinsäure rc., Säuren, die, soviel wir jetzt wissen, nicht in dem thierischen Körper vorkommen, und doch auch nicht als unnütz aus dem Speisecanal ziehen. Die Anzahl fetter Säuren, die zu dieser Rubrik gehören, ist unwidersprechlich groß, sowohl von solchen, die in der Pflanzennahrung, als die in der thierischen Nahrung vorkommen und zur Hervorbringung von Bestandtheilen des Körpers des genährt werdenden Thieres gebraucht werden, vielleicht in erster Stelle zur Bildung der fetten Säuren, die dem Thier eigen sind. Wie die Veränderung geschieht, läßt sich nach dem Versuche von Lerch (Ann. der Chem. u. Pharm., Bd. 49, S. 212) über die flüchtigen Säuren der Butter, in Verbindung mit der Beziehung, welche Dumas zwischen den verschiedenen Fetten gegeben hat, andeuten. Lerch fand in der Butter vier flüchtige Säuren, in den Mengen immer abwechselnd, so daß ohne Zweifel der Mangel der einen mit der Entstehung der anderen in Verbindung steht. Alle vier enthalten nun gleichviel Sauerstoff und wohl $O_4$, während sie 8, 12, 16 und 24mal $CH_2$ enthalten.

Buttersäure . . . . . $C_8H_{16}O_4$
Caproinsäure . . . . . $C_{12}H_{24}O_4$
Caprylsäure . . . . . $C_{16}H_{32}O_4$
Caprinsäure . . . . . $C_{20}H_{40}O_4$.

Da man es nun als bewiesen annehmen kann, daß bei diesen vier flüchtigen Fettsäuren eine aus der anderen entwickelt wird, so ist dadurch der Vorstellung eine große Stütze gegeben, daß in dem thierischen Körper der eine Fettstoff in den anderen übergeht, und indem dies bei den Butterfett-

säuren, wie es nicht anders möglich zu sein scheint, durch Oxydation eines Kohlenwasserstoffs $CH_2$ geschieht, so daß z. B. Caprylsäure $C_{16}H_{32}O_4$ unter Aufnahme von noch 4 At. Sauerstoff in 2 ($C_8H_{16}O_4$) oder in Buttersäure zerfällt, so läßt sich dies sogleich anwenden auf die Veränderung der Stearinsäure $C_{68}H_{136}O_5$ in Margarinsäure $C_{34}H_{68}O_3$, aber es läßt sich überdies auch weiter ausdehnen und Margarinsäure in der Entstehung vorstellen, z. B. aus Myristinsäure $C_{28}H_{56}O_3$, welches, doppelt genommen, $= C_{56}H_{112}O_6$ oder $= C_{34}H_{68}O_3$ (Margarinsäure) $+ C_{22}H_{44}O_3$, welche Gruppe dann zur Entstehung anderer Fette Anlaß geben kann, oder durch eins der ab- oder ausscheidenden Organe zerlegt wird.

Es versteht sich wohl von selbst, daß dies bloß ein Beispiel ist, aber die Entdeckung von Lerch scheint mir zu einem solchen Beispiel zu berechtigen. Bloß dann, wenn es beim Versuch sich gezeigt hat, dürfen wir es auf den thierischen Organismus übertragen.

Ich werde diese Betrachtung nicht weiter fortsetzen, weil bis jetzt keine Versuche bekannt sind, durch welche die Annahme der Veränderung einer Fettsäure in die andere im thierischen Organismus gestützt werden könnte; genug, daß Fette vielerlei Art, in den Nahrungsstoffen enthalten, als zusammensetzende Theile in den thierischen Körper übergehen können, wenn eine einfache chemische Veränderung in demselben vorgeht, eine Veränderung, die sich auf Oxydation oder Desoxydation beschränkt, obschon es wahrscheinlich ist, daß die letztere Hervorbringung von Fetten im Pflanzenreich mehr wie im Thierreich vorkommt. Das Thierreich liefert jedoch im Cholesterin $C_{84}H_{144}O_3$*) ein Beispiel der Entstehung einer sauerstoffarmen Fettsubstanz im thierischen Organismus selbst, aus fetten Säuren, die sauerstoffreicher sind. Redtenbacher

*) Schwendler und Meißner in Ann. d. Chem. und Pharm., July 1846, S. 109.

hat über die Entstehung von Säuren, unter denen auch flüchtige Fettsäuren vorkommmen, eine belangreiche Mittheilung geliefert *).

Unter den Nahrungsstoffen, die nicht, ohne eine Veränderung zu erleiden, in den thierischen Organismus aufgenommen werden, habe ich das Lipyloryd begriffen, d. i. eigentlich die Gruppe der Elemente $C_3 H_4 O$, welche in Verbindung mit Wasser als Glycerin abgeschieden wird, wenn ein neutraler fetter Körper verseift wird. Ich habe anderwärts (S. 265) hierauf aufmerksam gemacht, und brauche hier nur daran zu erinnern, daß beim Genuß neutraler Fette, wie Margarin, Elain, Stearin die Gruppe als Glycerin $C_6 H_{14} O_5$ mit den fetten Säuren ins Blut kommen muß und dort, bei der Verseifung von dem Fett abgeschieden, zu den zusammensetzenden Theilen des Bluts gehören muß, und also verbraucht werden kann und werden muß. Sie ist ein gewöhnlicher Bestandtheil des Bluts, denn beim Genuß von pflanzlichen sowohl als thierischen Nahrungsstoffen werden täglich neutrale Fette in den Körper geführt, täglich also auch die Fette verseift, und also täglich Glycerin in das Blut gebracht. Was aus dem Glycerin wird, ist indeß noch unbekannt; es ist möglich, daß es eine bestimmte Stellung einnimmt zwischen den eigentlichen Nahrungsstoffen.

Daß die so viel besprochenen Leimgewebe und Leim und Chondrin von mir für Nahrungsstoffe gehalten werden, und sogar für sehr wichtige, habe ich S. 355 bereits angemerkt. Eine erste Frage, um diesen Punkt durch Wahrnehmungen zu entscheiden, ist: findet man so viel Leim in den Excreten eines Thiers, welches damit gefüttert ist, wie das Thier genommen hat? Diese Frage muß verneinend beantwortet werden, und es ist sehr bemerkenswerth, daß ein

*) Ibid. S. 41.

Mitglied der franz. Academie (Boussingault, in Comp. rend. 1846, Sept.) dies selbst mitgetheilt hat. Er wird also aufgenommen, macht für eine Zeit einen zusammensetzenden Theil des Körpers aus, seine Elemente treten unter eine andere Form, nehmen an dem allgemeinen Wechsel der Bestandtheile des Organismus Theil, und werden als ganz andere Verbindungen aus dem Körper ausgetrieben, ohne etwas schädliches hervorzubringen. Wenn alle diese Umstände dem Leim eigen sind, und sie sind ihm eigen —, so verdient er im vollsten Sinne des Wortes den Namen Nahrung. Oder, was sonst nennt man Nahrung? In der That, die Versuche mit Zucker, welche Magendie anstellte, lehrten, daß bloßer Zucker keine Nahrung ist. Jedermann hat dieses Resultat anerkannt, und doch prangt der Zucker und mit Recht wieder unter den Nahrungsstoffen. So wird es mit dem Leim ebenfalls gehen.

Aber wozu dient denn der Leim in dem Organismus? Der Beweis kann leicht geliefert werden, daß aus Leim keine Gewebe gebildet werden. Die Bildung von Geweben geschieht doch vollkommen, ohne daß eine Spur von Leim in der Nahrung vorkommt, z. B. bei den Vögeln, welche sich von Körnern nähren, bei den wiederkäuenden Thieren 2c., und beim Genuß von Leim oder leimgebendem Gewebe (z. B. bei den fleischfressenden Thieren) wird daher wohl keine Bildung von Geweben durch den Leim stattfinden. Die Gewebe einer Kuh und eines Löwen dürften aus denselben Stoffen entstehen.

Werden nun kein Leim oder leimgebende Gewebe unter den Nahrungsmitteln gefunden, so sind das Protein, der Zucker 2c. die einzigen Quellen von Stoffwechsel in den abscheidenden Organen, den Lungen, Nieren 2c.; Quellen von gestörtem chemischen Gleichgewicht, wodurch Wirksamkeit in den Formbestandtheilen des Organismus aufgeweckt werden muß, wodurch für diesen ein Reiz zu Stande gebracht wer-

den muß, damit sie darauf reagiren. Auf diesen Reiz reagiren alle Formbestandtheile in größerem oder geringerem Maaße, auch alles was aus Bindegewebe gemacht ist.

Werden aber Leim oder leimgebende Gewebe unter den Nahrungsmitteln gefunden, und werden diese zerlegt — so wie sie es werden — dann sind sie zum Theil im Stande, Quellen von Wirksamkeit zu sein, diesen Reiz den Formbestandtheilen zu liefern, denn sie sind im Stande der Umsetzung begriffen, und was darin im normalen Zustande begriffen ist, ist nach seiner Art Quelle von Wirksamkeit, und also Nahrung.

Während also aus Leim ebenso wenig Gewebe entstehen, wie aus Zucker oder Amylum, kann der Leim, da er umgesetzt wird, gleiche oder andere, aber in jedem Falle Dienste von Nahrungsmitteln im Organismus verrichten, also Nahrung heißen.

Daß er nichts schädliches hervorbringt, ist durch die Erfahrung bewiesen; daß er die Wirksamkeit des Organismus unterhält, ebenfalls. Und diente der Leim auch allein, um, ohne einigen anderen Stoffverbrauch nöthig zu machen, die Nieren in Wirksamkeit zu halten; diente er auch nur, um die sogenannte Herstellung von leimgebendem Gewebe in dem Organismus minder nothwendig zu machen, er würde dann noch Nahrung heißen müssen. Er muß so heißen, weil er wesentliche Verrichtungen unterhält.

Vom Zucker läßt sich gegenwärtig keine vollständige Rechenschaft in dem Organismus ablegen; daß man dies von Leim ebenso wenig kann, darin liegt kein Grund, die Erfahrung, daß Leim für den Organismus vortheilhaft ist, zu läugnen, denn dann müßte man dies vom Zucker gleichfalls thun.

Absichtlich habe ich mich hier einer allgemeinen Vorstellung bedient, ohne in einige Besonderheit einzugehen. Was vom Leimgewebe gesagt ist, erleidet Anwendung auf alle

Nahrungsstoffe der zweiten Rubrik, namentlich auf die, welche keine zusammensetzende Theile des Organismus bilden können, die, obschon sie kein Protein enthalten, nicht einen ersten Bestandtheil des Organismus, doch entweder an sich unentbehrlich sind, oder mit anderen zusammentreffen müssen, wenn der thierische Körper gesund bleiben soll.

Was von dem Bindegewebe gilt, gilt auch von Chondrin, von elastischem Gewebe, von allen Geweben ohne Unterschied. Könnten sie in auflösbarem Zustande den Thieren dargeboten werden, sie würden alle zu den Nahrungsstoffen gehören, sie würden durch Unterhaltung des Stoffwechsels Quellen chemischer Umsetzung in dem Blute sein, und das Blut dadurch zu einem wahren Reizmittel machen für die Theile, denen es als Ernährungsflüssigkeit zugeführt wird.

Es giebt noch einen zweiten Charakter, worin diese Körper auftreten, nämlich als Stoffe, die die Herstellung der Formbestandtheile, welche aus denselben bestehen, weniger nothwendig machen, und dieser Dienst ist ein nicht minder wichtiger, wie der erstgenannte.

Wären uns alle diese Stoffe bekannt, die ohne Zweifel in großer Anzahl in thierischer Nahrung vorkommen, sie würden eine besondere Rubrik ausmachen, welcher sicher ein wichtigerer Platz wie dem Zucker und Amylum würde zuerkannt werden müssen, und man könnte sie Stoffe nennen, welche die Herstellung der Gewebe minder nothwendig machen.

Ich kann dies noch näher erläutern durch das, was bei einer Krankheit geschieht. Bei einem continuirlichen Fieber, wo Genuß von Nahrung unmöglich oder unrathsam ist, vermagert der Kranke; Fett, Muskelfasern, Bindegewebe, viele Gewebe mit einem Worte, nehmen an Masse ab. Warum geschieht dies nicht im gesunden Zustande? Weil durch die Nahrung hergestellt werden kann, was in dem allgemeinen Stoffwechsel begriffen ist, würde man antworten.

Aber so wahr dies ist, so wahr ist es zugleich, daß bei Mangel an Blut und an dem, was zum Blut gehört, die Organe schnell abnehmen, um das fehlende im Blut zu ersetzen, dadurch die Secretionen zu unterhalten, die ihrerseits das Blut erschöpfen, um also wiederum die Gewebe an Masse abnehmen zu lassen. — Die erste Nahrung, welche in der Reconvalescenz genossen wird, dient ohne Zweifel nicht zur Bildung von Geweben, sondern verhindert die fernere Abnahme der Gewebe, macht diese stationär, liefert den abscheidenden Organen, was sie nöthig haben, um in Wirksamkeit zu bleiben. Ebenso Leim, im normalen Zustande des thierischen Organismus demselben als Nahrungsmittel dargeboten.

Ich wiederhole es: Leim oder leimgebendes Gewebe halte ich für fähig, den Stoffwechsel zu unterhalten und nenne sie darum Nahrungsstoffe, aber ich halte sie für nicht geeignet, Gewebe zu bilden, und bringe sie darum nicht in die erste Rubrik.

Wie nun zu erklären, daß die Versuche über das Ernährungsvermögen des Leims solche ungünstige Resultate geliefert haben? Versuche mit organischen Wesen geben keine Resultate, auf die man sich verlassen kann. Die Natur geht ihren eigenen Weg, den die Kunst nicht vollkommen nachahmen kann. Man gebe Leuten von mehr üppiger Lebensweise, die paté de fois gras vertragen können, Speck zu essen und thue dies täglich: der aus diesem Versuch gezogene Schluß, daß Speck für Leute, die schwere Arbeit verrichten, schädlich, und keine Nahrung sei, würde ebenso falsch sein, als daß Gelatine nicht nährt, weil Hunde nicht dadurch genährt werden.

Ich erinnere hier auch zuletzt an die Zersetzungsproducte des Leims, welche früher vorgekommen sind, und die eine innige Verbindung andeuten zwischen Leim und Protein.

Die Stoffe, welche die Hauptmasse des Pflanzenreichs zusammensetzen: Cellulose, Amylum, (Inulin, Flechtenstärke), Pflanzenschleim, Dextrin, Gummi, Zucker in seinen verschiedenen Formen, können als Nahrungsmittel unter einem einzigen Namen begriffen werden, nämlich unter dem von Zucker, und wohl von Fruchtzucker. Alle anderen werden nämlich, indem sie als Nahrungsstoffe in den Magen gebracht werden, in denselben verwandelt. Die Cellulose jedoch nur dann, wenn sie nicht incrustirt und von sehr jungem Gewebe ist: war sie incrustirt, so wird sie in den Excrementen wieder gefunden. Aber von jungen Pflanzen wird sie bei der Verdauung in Dextrin und Fruchtzucker verwandelt. Ebenso das Amylum und alle amylumartige Körper; das Dextrin, in Pflanzen oft so reichlich vorhanden, und ebenso der Rohrzucker. Was aus dem Milchzucker wird, ist nicht gut bekannt; er scheint sich in so fern an Pectinsäure anzureihen, als beide durch Einwirkung von Salpetersäure Schleimsäure geben: $C_{10}H_6O_8$, eine Säure, welche auch ein Product der Einwirkung von Salpetersäure auf arabisches Gummi ist. Ueber die Art, wie Milchzucker bei der Verdauung umgesetzt wird, ist nichts bekannt, obschon es wahrscheinlich ist, daß er in Fruchtzucker verwandelt wird. Arabisches Gummi ist anerkannt nährend, und soll eben so wie Pflanzenschleim in Dextrin und Fruchtzucker verändert werden; eine Digestion mit Salzsäure verwandelt es rasch darin. — Schmidt hat (Scheik-Onderz., Deel III, p. 29) bewiesen, daß Pflanzenschleim durch Behandlung mit verdünnten Säuren in Traubenzucker umgesetzt wird.

Was die Pectose betrifft, so wird darüber unten bei der Verdauung gehandelt.

Daß Milchzucker eine sehr gute Nahrung ist, lehrt uns der Säugling; daß Pectose es gleichfalls ist, das Ernährungsvermögen von Aepfeln, Birnen, Knollen und Wurzeln. Auch das arabische Gummi wird als Nahrung benutzt.

Die Speiseverarbeitung hat daher beim Verbrauch von Cellulose, Amylum, Dextrin, Rohrzucker, Milchzucker, arabischem Gummi, Pflanzenschleim, diese Stoffe zu katalysiren, wie es gegenwärtig heißt, d. h. ihre Elemente anders anzuordnen, wozu der Magensaft im Magen bei 37°,5 binnen wenigen Stunden ebenso im Stande ist, wie verdünnte Schwefelsäure außer dem Magen bei einer höheren Temperatur alle diese Stoffe in Fruchtzucker umsetzt. Dieser Vorgang ist ein bloßer chemischer Prozeß*).

Ist nun Fruchtzucker im Blute enthalten, und wenn dies ist, wozu dient er? Daß er im Blute ist, mag angenommen werden**). Wozu er dient, ist leicht zu sagen, aber nicht leicht zu beweisen. Natürlich dient er für hunderte Endzwecke von den tausenden, die in dem Organismus erreicht werden müssen. Darüber kann gegenwärtig nicht verhandelt werden. Genug, daß er ein Körper ist, der äußerst leicht Sauerstoff aufnimmt, nachdem er erst in Glucinsäure verwandelt wurde, so daß er Kupferoxydsalze in Oxydul verändert, Blei-, Silber- und Quecksilbersalze zu Metall reducirt und dabei selbst in Ameisensäure übergeht. Im Blut, durch die Lungen mit Sauerstoff in Berührung, wird er daher in Kohlensäure und Wasser verändert werden, unter Aufnahme von Sauerstoff; aber er muß auch außer den Lungen anderen Stoffen Sauerstoff entziehen, so wie er dies in einem gläsernen Kolben bei Digestionstemperatur mit essigsaurem Blei- oder weinsteinsaurem Kupferoxyd thut. Er ist daher einer der Stoffe im Körper, durch welchen die Desoxydationserscheinungen hervorgebracht werden können, deren so viele im Organismus vorkommen, während er dadurch in den Ameisen in Ameisensäure zerfällt, und bei anderen Thierarten andere noch unbekannte Producte giebt.

---

*) S. unten Speichel, Magensaft, Verdauung.

**) S. Verdauung und Blut.

Erst am Ende seiner Zersetzung giebt er Kohlensäure; aber dies lehrt uns nicht, welche Function er in dem Organismus erfüllt außer den Lungen, und diese zu kennen ist jetzt wichtiger als auf's Neue zu hören, daß Sauerstoff in die Lungen aufgenommen und Kohlensäure und Wasser aus organischen Stoffen gemacht und ausgetrieben werden, denn dies weiß man seit Lavoisier.

Wir dürfen daher nicht sagen, daß wir den Dienst kennen, den der Zucker oder die zuckerbildenden Materien als Nahrungsstoffe erfüllen, obschon wir sicher wissen, daß ein Theil des Zuckers oder vielleicht alle seine Elemente am Ende als Kohlensäure und Wasser ausgetrieben werden. Es würde sich damit verhalten, wie wenn wir zu wissen wähnten, welche Dienste eine eingehüllte Dampfmaschine leistet, wie alle ihre Theile unter einander in Verbindung stehen, wenn wir wüßten, daß Steinkohlen in den Feuerheerd gebracht, und Kohlensäure, Wasser und Ammoniak aus dem Schornstein entwickelt werden. Bei dieser Kenntniß würden wir selbst nicht wissen, was in dem Feuer geschieht, wie die Elemente erst wechseln, bevor sie Kohlensäure, Wasser und Ammoniak bilden. Aber wenn wir dies auch wüßten, so wären uns doch alle die Wirkungen unbekannt, die vom Feuer auf den Dampf, von diesem auf die Bewegung des Kolbens und den daran befestigten Balancier ausgeübt werden, und wir hätten noch keinen Begriff von den äußersten Diensten, welche die Dampfmaschine vollbringt. Eine Erklärung der Erscheinungen der Natur umfaßt nicht bloß das Berühren der äußersten Glieder der großen Kette, sondern erfordert, daß die ganze Kette im Zusammenhang betrachtet werde. Weisen wir lieber auf die Beschränktheit unserer gegenwärtigen Kenntniß hin, als daß wir wähnen die Natur schon ganz erklärt zu haben, wenn wir eine Ein- und eine Ausgangslehre aufgebaut haben.

Zu den aufgezählten Nahrungsstoffen gehört ferner die

Milchsäure, ein Körper, welcher das Loos des Leims hat theilen müssen, von den allgemeinen Nahrungsstoffen ausgeschlossen zu werden. Unlängst ist die Milchsäure jedoch wieder in den Muskeln nachgewiesen*), und daher auch im Blute; es ist daher alles, was Liebig früher mit so viel Kraft davon geläugnet hat, wieder durch ihn als wahr erklärt. Ich stehe nicht an, wegen ihres allgemeinen Vorkommens in recht nützlichen Nahrungsstoffen, im Sauerkohl und anderen sauer gewordenen Pflanzentheilen, im Brabanter und anderen Biersorten ꝛc., der Milchsäure einen Platz unter den Nahrungsstoffen zu geben. Diese Säure $C_6 H_{10} O_5$ hat die Zusammensetzung von Amylum $C_{12} H_{20} O_{10}$, Zucker ꝛc., und wird darum, nach den Versuchen von Pelouze und Gelis, so leicht, unter dem Einfluß von Casein, aus dem Zucker gebildet.

Hinsichtlich der Pflanzensäuren und anderer Stoffe, die unter die Nahrungsstoffe aufgenommen worden, befinden wir uns noch gänzlich im Dunkeln. Wir wissen nur, daß sie zersetzt werden und am Ende Kohlensäure und Wasser geben**) Gleichwohl verdienen sie Aufmerksamkeit und dürfen im Ganzen nicht als für den gesunden Organismus gleichgültige Bestandtheile übergangen werden. Wohl kann der Mensch ohne sie leben; wohl sehen wir die meisten Thiere leben, ohne etwas von diesen Stoffen zu genießen, woraus

*) Liebig in Compt. rend., Bd. 24, p. 195.

**) Als allgemeines Resultat von Versuchen von Wöhler, die mit Salzen von organischen Säuren angestellt wurden, hat sich ergeben, daß der Harn von diesen als Speisen genossenen Salzen in der Regel nichts enthält, aber in dem Maaße, wie diese Salze gegeben werden, einen Gehalt an kohlensaurem Alkali annimmt. Leveran und Millon (Ann. de Chim. et de Phys., Oct. 1844, p. 135) haben diesen Gegenstand auf's Neue untersucht, und gefunden, daß von 268 Malen, wo sie Kranken weinsteinsaures Kali und Natron gegeben hatten, der Urin 175 mal alkalisch, 6 mal neutral und 87 mal sauer war. Man kann nach Willkühr dieses Salz durch den tractus intestinalis austreiben lassen, oder es aufschlürfen und den Harn alkalisch werden lassen, je nachdem man die Mengen des Seignettesalzes abändert.

also folgt, daß sie zur Unterhaltung des thierischen Organismus nicht nothwendig sind. Aber vom Standpunkt der Nothwendigkeit aus betrachtet man die Ernährung und die Nahrungsmittel einseitig. Eine gute physiologische Chemie muß lehren, wie jeder der mannigfachen, in Pflanzen und Thieren vorkommenden Stoffe im Organismus verändert wird und sich nicht bloß auf die allgemeinen Gegenstände beschränken.

Hinsichtlich des Alkohols ist die Meinung allgemein, daß er unter die Nahrungsmittel gehört. Diejenigen, welche die Ernährung im Sinne von Stoffverbrauch auffassen, sollten den Alkohol nicht als Nahrungsmittel anerkennen, denn diese Flüssigkeit verdampft, ebenso wie Aether, alsbald wieder durch die Lungen. Es ist Alkoholgeruch, welcher von einem Trinker ausgeht, so wie es Aethergeruch ist, welcher von Jemandem ausgeht, den man Aether hat einathmen lassen oder dem man Aether in den Magen oder selbst in das intestinum rectum gebracht hat. Nach Verdampfung des Aethers ist die Wirkung zugleich beendet; nach Verdampfung des gebrauchten Alkohols, die länger anhält, gleichfalls.

Es ist unmöglich zu behaupten, daß von dem gebrauchten Alkohol oder Aether nichts umgesetzt wird, aber der größte Theil wird nicht umgesetzt und unterliegt daher keinem Stoffwechsel. Es ist ein Reiz für den Organismus, so wie es Campher und arsenige Säure sind, und geistige Getränke sind daher nicht unter die eigentlich sogenannten Nahrungsmittel aufzunehmen.

In den letzten Jahren hat man in Liebig's Fußstapfen der Lehre von der Ernährung und der Nahrung einen ganz eigenthümlichen Charakter gegeben, einen Charakter, den ich verderblich nennen muß, der die Physiologie in eine Rückwärtsbewegung gebracht hat, und uns sehr viel Schein, dagegen beinahe kein Wesen aufgeliefert hat. Man hat namentlich eine

gewisse Ein- und Ausgangslehre aufgebaut, und in dieser Lehre nicht bloß begriffen, was Nahrung und Ernährung betrifft, sondern auch allen Stoffwechsel, alle Morphologie, jede Function dadurch aus der Erklärung verdrängt. Nahrung ist nach dieser Lehre Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Schwefel und Phosphor, Kalk, Magnesia ꝛc. Genährt werden ist so viel von jedem Stoff aufnehmen, wie aus dem Körper herausgeht. Gehen z. B. durch Athemholen und Faeces und den Harn in 24 Stunden $\frac{1}{2}$ Kil. C + $\frac{1}{20}$ Kil. H + $\frac{1}{8}$ Kil. N + $\frac{1}{6}$ Kil. O aus dem Körper, so wird der Körper ernährt, wenn auf die eine oder andere Weise $\frac{1}{2}$ Kil. C + $\frac{1}{20}$ Kil. H + $\frac{1}{8}$ Kil. N + $\frac{1}{6}$ Kil. O in den Mund eingeführt werden; mit einem Worte, der Körper wird genährt, indem nur an Gewicht hergestellt wird, was an C, H, N und O ꝛc. aus dem Körper ausgetrieben ist.

Das Ernährungsvermögen thierischer Nahrung hängt nach dieser Lehre vor Allem von dem Stickstoffgehalte ab; je größer dieser ist, desto nahrhafter ist die Nahrung.

Schon oben habe ich erinnert, daß hier das quale in erster Stelle, und darnach erst das quantum in Betracht kommen muß. Mit Wissenschaft hat diese Lehre denn auch nichts gemein, und sie ist, zum Verderben der Physiologie, von Vielen begierig aufgenommen.

Ich weiß das Falsche dieser Ein- und Ausgangslehre nicht deutlicher darzustellen, als durch Vergleich mit dem Fall, daß man das, was in einem chemischen Laboratorium bereitet und zersetzt wird, nach den Summen schätzen wollte: in einem Jahre werden in demselben so und so viel Pfunde Wasser, Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Pottasche, Kalk, Alkohol, Aether, Holzkohle ꝛc. durch die Thür eingetragen, und gehen so und so viel Pfunde an Abfällen, Asche ꝛc., worin so und so viel Pfunde CaO, KO ꝛc., so und so viel Pfunde Kohlensäure, Ammoniak, Wasser, Schwefelsäure, Chlor ꝛc. enthalten sind, durch den Schornstein und in dem Kehrigtfaß nach außen.

Das alles hat mit der eigentlichen Arbeit im Laboratorium nichts gemein, außer daß man, um zu arbeiten, Schwefelsäure, Salpetersäure, Kali ꝛc. nöthig hat.

Ebenso mit der Lebens-Ein- und Ausgangslehre. Unser Blut bedarf nicht so und so viel C — H — N — O, sondern bestimmte und verschiedene Körper, die daraus zusammengesetzt sind. Und wenn der Stickstoff uns auch in der meist zusammengedrängten Form gegeben wird, das hilft uns darum nicht, weil wir nicht Stickstoff nöthig haben, sondern bestimmte Gruppen von Stickstoff enthaltenden und Stickstoff nicht enthaltenden Körpern; es ist uns um die Gruppen zu thun, nicht um Mengen von Stickstoff, außer in so fern, als Stickstoff erfordert wird, um die Gruppen zu bilden.

Wenn ich eine Sodaseife nöthig habe, und man giebt mir Diamanten, Natrium, Wasserstoff- und Sauerstoffgas, so bin ich in der Unmöglichkeit, Seife zu machen, während ich doch die Elemente besitze, aus denen die Stoffe bestehen, welche zur Seifenbildung nöthig sind. Wenn ich Essigsäure durch Zucker minder sauer machen will, ist es dann dasselbe, indem man mir nur einen der beiden folgenden Stoffe giebt? (C = 75,12).

| | Wasserfreier Zucker. | | Wasserfreie Essigsäure. | |
|---|---|---|---|---|
| | At. | ber. | At. | ber. |
| C | 12 | 47,5 | 4 | 47,5 |
| H | 18 | 5,8 | 6 | 5,8 |
| O | 9 | 46,7 | 3 | 46,7 |

Es ist wohl zu beklagen, daß in unserer Zeit solche Beispiele benutzt werden müssen, um das Mißleitende einer gewissen neuen Richtung, womit die Chemie die Physiologie verstümmelt, ans Licht zu bringen.

Marchand und Lehmann haben in ihren Werken (S. 370 und 81) über physiologische Chemie die Lehre der

Ernährung in einem recht deutlichen Sinne aufgefaßt; ich verweise den Leser darauf. Wir müssen die neue Ein- und Ausgangslehre ganz fahren lassen und zu der alten Methode von Gmelin und Tiedemann zurückkehren.

Während die Chemie bis vor einigen Jahren die Veränderungen der organischen Gruppen in einander zu verfolgen suchte, man sich z. B. erfreute an Entdeckungen wie die Verwandlung des Amylums in Dextrin und in Zucker, und vielen von dieser Art; während die Physiologie diese Entdeckungen dankbar aufnahm, wie z. B. die schöne Entdeckung von Wöhler über die künstliche Erzeugung des Harnstoffs, haben viele angefangen, diesen einzig wahren Weg ganz zu verlassen und der Nahrung keinen anderen Begriff beizulegen, als den von Stoffverbrauch. Seit dieser Zeit sind viele physiologische Werke mit poetischen Formeln angefüllt, in denen man mit der Feder construirt, was die Natur niemals construirt hat und niemals construiren wird; welches Werk der Feder daher auch mit einer Wissenschaft der Natur nichts gemein hat; eine Wissenschaft der Feder möge es heißen. Aus Protein und Amylum, aus Sauerstoff und Wasser wird alles aufgebaut; es werden in großer Anzahl Elementaranalysen gemacht von Nahrungsmitteln, von Excrementen und Urin, die Menge Kohlensäure, die durch die Lungen herausging, bestimmt, und stimmte dies, wie es stimmen muß bei solchen Versuchen, so war eine Ernährungslehre gegeben, und wenn man auch keinen Schweiß, keine Zunahme von Haaren und Nägeln, keine Thränen, keine Menstruation oder Samen in Betracht gezogen hatte. Derjenige, welcher chemische Formeln zuerst so mißbrauchte, warnte vor diesem Gebrauch, gab aber inzwischen neue*). Mit einer grenzenlosen Unkunde in allem, was die lebende Natur betrifft, z. B. dadurch, daß man dem Blute und den

*) Liebig in Thierchemie, 1846, S. 230 und 91 u. f.

Muskeln dieselbe Zusammensetzung beilegt*), daß man von plastischen Nahrungsmitteln und von solchen zum Athemholen spricht; mit Mißachtung aller chemischen Regeln, indem man z. B. Pflanzenzellen und Gefäßen, die mit Eiweißstoff durchwebt sind, den Namen Pflanzenfibrin giebt, und tausend andere Beispiele mehr; dadurch, daß man aus sich einander nähernden Analysen, bei denen Schwefel und Phosphor nicht berücksichtigt wurden, auf Identität schließt, wird die Physiologie verpfuscht, wird eine Umkehrung in dieser schönen Wissenschaft zu Stande gebracht, wobei sie wähnt den Stoffwechsel vollkommen zu kennen, während unsere Kenntniß darin nicht einen Schritt weit vorwärts gerückt ist. Alles, was wir gelernt haben, würde von Werth sein für Kaufleute in C, H, N, O; für die Kenntniß von dem Wechsel der organischen Gruppen — und das ist allein Stoffwechsel in der Physiologie von Pflanzen und Thieren — lehrt dies alles nichts.

Man sehe hier einige der mannigfachen Gruppen, die dazu dienen können, diese Lehre ans Licht zu bringen**):

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 At. | Caffein | . . . | $C_8 H_{10} N_4 O_2$ |
| 9 » | Wasser | . . . | $H_{18} O_9$ |
| 9 » | Sauerstoff | . . . | $O_9$ |
| 2 At. | Taurin | = | $C_8 H_{28} N_4 O_{20}$ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 At. | Asparagin | . . | $C_8 H_{16} N_4 O_6$ |
| 6 » | Wasser | . . . | $H_{12} O_6$ |
| 8 » | Sauerstoff | . . | $O_8$ |
| 2 At. | Taurin | = | $C_8 H_{28} N_4 O_{20}$ |

*) Ich kann mit demselben Recht sagen: London ist in der Zusammensetzung gleich mit Paris.

**) Liebig in organ. Chem. in ihrer Anwendung auf Physiol. und Pathol. 1842, S. 184.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 At. Theobromin | $C_{18}\,H_{20}\,N_{12}\,O_4$ | | | | |
| 22 » Wasser . . | $H_{44}\quad O_{22}$ | = | 4 At. Taurin | $C_{16}\,H_{56}\,N_8\,O_{40}$ |
| 16 » Sauerstoff | $O_{16}$ | | 1 » Harnstoff | $C_2\,H_8\,N_4\,O_2$ |
| | $C_{18}\,H_{64}\,N_{12}\,O_{42}$ | | | $C_{18}\,H_{64}\,N_{12}\,O_{42}$ |

oder

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 At. Theobromin | $C_{18}\,H_{20}\,N_{12}\,O_4$ | | 4 At. Taurin . . | $C_{16}\,H_{56}\,N_8\,O_{40}$ |
| 24 » Wasser . . | $H_{48}\quad O_{24}$ | = | 2 » Kohlensäure | $C_2\quad O_4$ |
| 16 » Sauerstoff | $O_{16}$ | | 2 » Ammoniak | $H_{12}\,N_4$ |
| | $C_{18}\,H_{68}\,N_{12}\,O_{44}$ | | | $C_{18}\,H_{68}\,N_{12}\,O_{44}$ |

oder

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 At. Theobromin | $C_{18}\,H_{20}\,N_{12}\,O_4$ | | 2 At. Taurin . . | $C_8\,H_{28}\,N_4\,O_{20}$ |
| 8 » Wasser . . | $H_{16}\quad O_8$ | = | 1 » Harnsäure | $C_{10}\,H_8\,N_8\,O_6$ |
| 14 » Sauerstoff | $O_{14}$ | | | |
| | $C_{18}\,H_{36}\,N_{12}\,O_{26}$ | | | $C_{18}\,H_{36}\,N_{12}\,O_{26}$ |

Und um das Trügliche dieses Spiels mit Formeln noch deutlicher ins Auge fallen zu lassen:

Dies will also sagen, daß, wenn die Elemente von Protein und Amylum sich bei Gegenwart von Sauerstoff und Wasser neben und mit einander umsetzen, wir als Producte dieser Umsetzung Harnstoff, Choleinsäure, Ammoniak und Kohlensäure, und außer diesen kein anderes Product erhalten.

Die Elemente von:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 At. Protein | | | 9 At. Choleinsäure |
| 15 » Amylum | | = | 9 » Harnstoff |
| 12 » Wasser | | | 60 » Kohlensäure |
| 5 » Sauerstoff | | | 6 » Ammoniak |

Es sind nämlich:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 At. Protein | = 5 $(C_{48}\,H_{72}\,N_{12}\,O_{14})$ | = | $C_{240}\,H_{360}\,N_{60}\,O_{70}$ |
| 15 » Amylum | = 15 $(C_{12}\,H_{20}\quad O_{10})$ | = | $C_{180}\,H_{300}\quad O_{150}$ |
| 12 » Wasser | = 12 $(H_2\quad O)$ | = | $H_{24}\quad O_{12}$ |
| 5 » Sauerstoff | = 5 $(O)$ | = | $O_5$ |
| | | in Summa | $C_{420}\,H_{684}\,N_{60}\,O_{237}$ |

$$= \left\{ \begin{array}{llll} 9 \text{ At. Choleinsäure} & = 9\,(C_{38}H_{66}N_{2}O_{11}) & = C_{342}H_{594}N_{18}O_{99} \\ 9 \text{ » Harnstoff} & = 9\,(C_{2}H_{8}N_{4}O_{2}) & = C_{18}H_{72}N_{36}O_{18} \\ 60 \text{ » Kohlensäure} & = 60\,(C\ \ O_{2}) & = C_{60}\ \ O_{120} \\ 6 \text{ » Ammoniak} & = 6\ \ (H_{3}N) & = \ \ H_{18}N_{6} \end{array} \right.$$

$$\overline{C_{420}H_{684}N_{60}O_{237}}\ ^{*)}$$

Ich nenne diese Lehre verderblich; wer dies schrieb, wußte sehr wohl, daß von diesem Allen kein Wort wahr ist. Man bekommt keinen Harnstoff, keine Choleinsäure neben Kohlensäure und Ammoniak, wenn Protein und Amylum sich bei Gegenwart von Sauerstoff und Wasser umsetzen. Man bekommt etwas auf dem Papier und nichts anderes.

Selbst die Grundlage aller dieser Formeln ist ganz und gar falsch; die Formel von Protein ist nicht $C_{48}H_{72}N_{12}O_{14}$; eine Choleinsäure giebt es nicht; Taurin enthält Schwefel; Theobromin ist $C_{14}H_{16}N_{8}O_{4}$**). Es ist also von allen diesen unglücklichen Speculationen kein Wort wahr; kein nützlicher Gebrauch davon in der Welt zu machen, selbst wenn die Grundlage auch richtig wäre; die Natur weiß von allem diesen nichts; es sind Hirngespinnste an die Stelle von Wissenschaft gestellt.

So hat man die Lehre der Natur verstümmelt und die Menschen sind gutmüthig genug gewesen, die Verstümmlung als Vernunft aufzunehmen. Es ist mehr als Zeit, daß wir unsere Augen öffnen; ich warne darum mit eben so viel Nachdruck dagegen, wie ich warnte vor dem künstlichen Dünger. Kehrten wir nicht eiligst um, wie wir es zum Glück thun, so würden wir alsbald keine Physiologie mehr besitzen, und die trefflichen Schätze von Wahrnehmungen, durch so viele ausgezeichnete Männer unserer Zeit gesammelt, würden nur im verstümmelten Zustande den Nachkommen überliefert werden, oder mit so viel Unwissenschaft-

*) Liebig in organ. Chem. in ihrer Anwendung auf Phys. und Pathol. 1842, S. 156.

**) Glasson in Ann. der Chem. und Pharm., März 1847, S. 338.

lichem durchwebt sein, daß es mühsam sein würde, das Flittergold von dem Golde zu scheiden. Doch, die Gefahr ist zum Glück vorüber.

Dies ist mein Urtheil über das Verderben, in welches Liebig die Wissenschaft der lebenden Natur gestürzt hat. Wer Liebe hat zur Wissenschaft, und sie so verstümmelt werden sieht, spricht ohne Zurückhaltung sein Urtheil aus*).

Der Leser wird daher das Folgende nicht auf der Höhe dieser Scheinwissenschaft finden. Und wo er in diesem Buche von dem Uebel der gegenwärtigen Wissenschaft, woran wir alle mehr oder weniger leiden, das eine oder andere antreffen sollte, er wische es aus, denn Wissenschaft ist es nicht. Ich selbst war dann und wann der Spielball dieser (begoocheling); aber seit ich meine Augen geöffnet habe, sehe ich sie mehr und mehr, und schäme mich darüber, daß ich auch hin und wieder in diesen Strudel gekommen bin.

Die Ernährungslehre sei also: die Lehre von der Veränderung der organischen Gruppen von den Nahrungsmitteln an, durch alle Formen hin, die sie in dem Organismus annehmen, bis sie zum Schluß aus demselben hinausgeführt werden. Diese Lehre ist noch unvollkommen, und wird mit der Feder nicht aufgebaut.

## Abgeschiedene Flüssigkeiten, die auf die Umsetzung der Speisen von Einfluß sind.

Die Natur bringt zwar einige Stoffe hervor, welche, ohne einige chemische Veränderung zu erleiden, in Bestand-

*) Ich schrieb im oben angeführten Sinne in einem Briefe an Liebig am 23. December 1844, aber mein Rath, die unglückselige Richtung fahren zu lassen, half nicht. Dies zur Rechtfertigung meines gegenwärtigen offenen Schreibens. Niemand halte dies daher für eine Folge des schwefelfreien Proteins; denn, ich wiederhole es nochmals: ich schrieb ihm über die Ein- und Ausgangslehre freundschaftlich am 23. December 1844, also vor drittehalb Jahren.

theile des Thieres, welches durch dieselben genährt wird, übergehen, diese müssen aber doch aufgelöst werden, in so fern sie nicht aufgelöst sind; denn ohne Auflösung keine Bildung guter Nahrungsstoffe. Aber es giebt andere Nahrungsmittel, an denen viel mehr zu ändern ist; sie müssen durch Flüssigkeiten ausgezogen werden; das Unaufgelöste bleibt als wirkungslos zurück, das Aufgelöste muß zuweilen chemisch umgesetzt werden. Andere, die unlöslich sind, müssen erst auflöslich werden, und darnach und dabei eine ähnliche Umsetzung erleiden. Im thierischen Organismus sind die Mittel hierzu vorhanden, und es ist nöthig, dabei still zu stehen, wenn ein wahres Fundament für unsere Kenntniß von Ernährung gelegt werden soll. Endlich giebt es einige Stoffe, unter den Speisen und Getränken vorkommend, die einer Verdünnung bedürfen, die, so wie sie sind, ins Blut treten, die aber, an sich zu stark, wässerige Flüssigkeiten im Organismus antreffen, ohne welche sie tödlich sein würden; hierzu gehören die geistigen Getränke, und selbst die Weine.

## Speichel.

In der Mundhöhle wird, vorzüglich während des Kauens, eine große Menge einer dünnen wässerigen Flüssigkeit ausgesondert*). Diese Flüssigkeit, Speichel genannt, wird mit

*) Bei der Bearbeitung dieses Theils der physiologischen Chemie hatte ich gehofft, ebenso die mikroskopische Untersuchung mit der chemischen zu vereinigen, wie dies in der Geschichte der elementaren Formen (Hauptstück VII) geschehen ist; es war hier noch viel mehr nöthig, wie dort. Aber wenn irgend etwas mühsam und zeitraubend ist, so ist es solch eine Untersuchung, wobei man die Producte der abscheidenden Organe mit Reagentien mikroskopisch zu studiren wünscht. So sehr ich nun meine, daß die Wissenschaft gegenwärtig nichts mehr nöthig hat, als dies, daß man wenigstens den Grund dazu zu legen hat, endlich einmal die Verbindung zu finden zwischen dem, was hervorbringt und was hervorgebracht wird, so kann ich gleichwohl zu dem, was in diesem Sinne schon durch Andere geschehen ist, nichts hinzufügen, was man nicht wohl entbehren kann. Ich habe es darum zurückgehalten, und muß mich in dem, was über Secrete

dem Schleim der Mundhöhle gemengt und den Speisen zugetheilt. Es tritt also nach dem Kauen ein inniges Gemenge der genossenen fein zertheilten Speisen mit Speichel und Mundschleim in die Speiseröhre.

Der Schleim der Mundhöhle, aus besonderen runden Zellen bestehend, ist mit Epitheliumzellen durchmengt. Sie sind große platt gedrückte Zellen, die in großer Menge abgestoßen werden, und, sich anhäufend, die Belegung auf der Zunge geben, und als krankhafte Producte, unterstützt von solchen, die tiefer abgestoßen wurden, von Gallenschleim ꝛc., eine ansehnliche Masse ausmachen können, so daß sie schädlich werden. Sie machen dann zusammen einen großen Theil der Faeces aus, die oftmals in andauernden Krankheiten viele Tage hinter einander ausgetrieben werden.

Für die Kenntniß der chemischen Veränderung der Speisen bei ihrer Verarbeitung ist dieser Schleim wahrscheinlich von keinem Werthe (s. über denselben S. 248 und 545).

Der Speichel, durch die Speicheldrüsen abgeschieden, ist, obschon noch nicht in seinem ganzen Einfluß auf die Verdauung bekannt, sicher von Einfluß auf dieselbe. In einigermaaßen größerer Menge angesammelt und nach einer Ruhe von einiger Zeit, zeigt sich der hellere wasserartige Speichel als oberste Schicht über einer zweiten oder unteren, die den Schleim enthält, und von welcher die obere Schicht durch ein Filter getrennt werden kann. Die wässerige Flüssigkeit enthält nach Berzelius 0,717 Procent feste Bestandtheile. Diese bestehen aus extractartigen Stoffen, Kochsalz, Natron, ein wenig Schleim und einem eigenthümlichen, in

---

folgt, zu meinem Leidwesen auf die Stoffe beschränken, wie sie vorkommen, ohne die Frage ausführlich aufzuwerfen: wie sind sie zu Stande gekommen?

Da ich nun an dem mikroskopischen Bau der abscheidenden Organe selbst nichts Wichtiges wahrgenommen hatte, was nicht viel besser schon von anderen aufgezeichnet ist, so habe ich es für besser gehalten, dies ganz zu übergehen, eben so wie die mikroskopische Untersuchung der abgeschiedenen oder anderer Stoffe, die im Folgenden vorkommen sollen.

Alkohol unlöslichen, in Wasser löslichen, durch Wärme nicht gerinnenden, durch Galläpfeltinctur, Sublimat, Bleiessig nicht fällbaren Stoff, welcher Speichelstoff genannt wird, und welcher die kleinere Hälfte der festen Bestandtheile des Speichels ausmacht. Tiedemann und Gmelin fanden außerdem ein phosphorhaltiges Fett, Chlorkalium, milchsaures Kali, Schwefelcyankalium, schwefelsaures Kali, Phosphate und Carbonate darin.

Der Speichelstoff (Ptyalin) ist die Ursache des Geruchs des Speichels; derselbe wird durch Alkalien schwächer, durch Säuren stärker. Der Speichel ist geschmacklos, so lange er im Munde ist, aber nachdem er einige Zeit der Luft ausgesetzt gewesen ist, wird er salzartig. Der Speichel des einen Menschen ist für den anderen durchgehends nicht geschmacklos, und es scheinen daher beim Speichel von verschiedenen Personen hinsichtlich seiner chemischen Natur Verschiedenheiten zu bestehen, Verschiedenheiten, die mit der Speiseverarbeitung und mit der ganzen Natur des Körpers, dem er angehört, in Verbindung stehen müssen, wovon aber die Wissenschaft gegenwärtig noch nicht die mindeste Rechenschaft geben kann. Ebenso soll der Speichel von verschiedenen Thierarten eine noch viel größere Verschiedenheit darbieten, und hat die Erfahrung, namentlich die von Wright*), einen sehr großen Unterschied ans Licht gebracht zwischen Speichel in verschiedenen Zuständen des menschlichen Organismus. Ich verweise den Leser auf diese schöne Monographie.

Der Speichel wird beim Menschen zu einigen Unzen täglich abgeschieden, und während des Kauens sehr vermehrt; wiederkäuende Thiere haben die Speicheldrüsen in ansehnlichem Maaße entwickelt, nicht kauende Thiere besitzen kleine oder keine Speicheldrüsen. Beim Menschen reagirt er schwach

*) Der Speichel in physiologischer, diagnostischer und therapeutischer Beziehung. Wien 1846.

alkalisch, eine Reaction, die jedoch verschieden ist*); während der Speiseverarbeitung scheint er stärker alkalisch zu reagiren, und zuweilen, in gewissen Zuständen des Organismus, scheint er neutral, selbst sauer zu sein, letzteres bei langem Fasten bei Gesunden und bei einigen Krankheitszuständen.

Das Ptyalin oder der Speichelstoff wurde von Berzelius abgeschieden, dadurch, daß abgedampfter Speichel mit Alkohol ausgezogen, der Rückstand mit Essigsäure gesättigt und dann wieder mit Alkohol behandelt wurde. Es bleiben dann Schleimkügelchen und Ptyalin zurück. Von Wasser wird der Speichelstoff aufgelöst; die Lösung wird durch Bleiessig, Sublimat und Galläpfeltinctur nicht niedergeschlagen. Bird hält diesen Stoff für Eiweiß; dieses wird indeß durch die genannten Stoffe niedergeschlagen, und ist daher der Speichelstoff von Berzelius nicht. Wright filtrirt den Speichel, dampft ab und zieht das Zurückbleibende mit Aether aus, wovon der Speichelstoff mit Fett aufgelöst wird; durch Verdampfen dieser Lösung und Behandeln des Rückstandes mit Wasser erhält man eine Auflösung von Speichelstoff. Er ist in Alkohol, Aether, ätherischen Oelen und Wasser auflöslich, reagirt neutral.

Eine Schwefelcyanverbindung, wahrscheinlich Schwefelcyankalium, ist von Tiedemann und Gmelin und in neuerer Zeit noch von Pettenkofer im Speichel angedeutet. Durch Eisenoxydsalze entdeckt man sie leicht im Speichel von Menschen, Pferden, Hunden, Schaafen und wahrscheinlich im Speichel der meisten Thiere, die vielen Speichel besitzen.

Eiweiß, oder doch wenigstens eine durch Wärme coagulirbare Materie, die sich wie Eiweiß verhält, kann man aus filtrirtem und erwärmtem Speichel in einiger Menge

---

*) Man kann sich davon leicht überzeugen, indem man zu verschiedenen Zeiten Schwefelblumen in den Mund nimmt. Man hat dann einen sehr verschiedenen Geschmack von Schwefelwasserstoff zu erwarten.

bekommen; etwas mehr, wenn man die alkalische Reaction des Speichels vorher durch eine kleine Menge Salzsäure wegnimmt, oder wenn man durch eine Speichelauflösung Chlor leitet.

Uebrigens kommen, außer den S. 944 aufgeführten Stoffen, noch Seifen von den allgemeinen Fettsäuren des Thieres im Speichel vor.

Die alkalische Reaction des Speichels weist auf ein kohlensaures Alkali, welches bei dem Ueberfluß an Kohlensäure, welchem der Speichel im Munde ausgesetzt ist, nicht einfaches Carbonat sein kann. Bei der Fäulniß wird das Ptyalin zuerst zersetzt, und das Eiweiß giebt alsbald Ammoniak.

Die Analyse des Speichels kann — bei der großen Verschiedenheit, die in dieser Flüssigkeit herrschen muß — nur zu vergleichenden Resultaten führen.

Berzelius fand:

| | |
|---|---|
| Speichelstoff . . . . . . . . . | 2,9 |
| Schleim . . . . . . . . . . | 1,4 |
| Fleischextract mit milchsaurem Alkali | 0,9 |
| Chlornatrium . . . . . . . . | 1,7 |
| Kohlensaures Natron . . . . . | 0,2 |
| Wasser . . . . . . . . . . | 992,9 |
| | 1000,0. |

Simon hat eine Analyse von drei Arten von Speichel gemacht*).

| | Von einem Menschen. | desgl. bei Speichelfluß. | desgl. von einem Pferde aus dem ductus stenonianus. |
|---|---|---|---|
| Speichelstoff und Extract | 4,375 | 3,600 | 4,442 |
| Fett und Cholesterin . . | 0,325 | 6,940 | 0,120 |
| In Alkohol lösliches Extract | — | 4,570 | — |

*) Berzelius Jahresbericht, Bd. 21, S. 536.

| | | | |
|---|---|---|---|
| In Wasser lösliches Extract mit Salzen . . . . | 2,450 | — | 7,178 |
| Casein . . . . . . . | — | — | 5,422 |
| Albumin . . . . . . | — | 7,770 | 0,601 |
| Schleim . . . . . . | 1,400 | — | — |
| Wasser . . . . . . . | 991,225 | 974,120 | 982,357 |

Wright fand:

| | |
|---|---|
| Speichelstoff . . . . . . . | 1,8 |
| Fettsäuren . . . . . . . . | 0,5 |
| Chlornatrium und Chlorkalium | 1,4 |
| Eiweiß mit kohlensaurem Natron | 1,7 |
| Phosphorsauren Kalk . . . . | 0,6 |
| Milchsaures Kali und Natron | 0,7 |
| Schwefelcyankalium . . . . . | 0,9 |
| Kohlensaures Natron . . . . | 0,5 |
| Schleim mit Ptyalin . . . . | 2,6 |
| Verlust . . . . . . . . . | 1,2 |
| Wasser . . . . . . . . . . | 998,1 |
| | 1000,0 |

Aber er fand in verschiedenen Arten von Speichel eine große Verschiedenheit.

Enderlin fand, als unorganische Stoffe, außer Chlorkalium, Chlornatrium und schwefelsaurem Natron, nur phosphorsaure Salze von Natron, Kalk, Magnesia und Eisen *).

Der Einfluß des Speichels auf die Speiseverarbeitung ist schon seit lange Gegenstand von Untersuchungen gewesen; man hat ihm früher indeß oftmals zu viel Einfluß zugeschrieben, denn die Speiseverarbeitung geschieht bei vielen Thieren ohne Speichel, und durchaus nothwendig scheint er daher nicht zu sein, um die Untersuchung der Speisen, welche zur Bildung der Blutbestandtheile gefordert wird, zu Stande zu bringen; bei Herbivoren und Carnivoren findet man und

*) Ann. der Chem. und Pharm., Bd. 49, S. 317.

vermißt man den Speichel; er fehlt den Fischen; und während er durchaus nicht als eine immer gleiche Flüssigkeit angesehen werden kann, scheint seine Abwesenheit durch Magensaft oder Darmflüssigkeit ersetzt werden zu können.

Was zunächst sein Vermögen betrifft, den Nahrungsstoffen chemische Veränderungen mitzutheilen, so hat Leuchs zuerst bemerkt, daß Amylum durch Speichel in Zucker verwandelt wird, und Schwann und Wright haben dies bestätigt. Mialhe hat die Umsetzung des Amylums durch Speichel zuletzt studirt (Compt. rend. 1846, Nr. 12, 1re série, p. 522). Nach ihm ist im Speichel ein Stoff enthalten, welcher als Diastas anzusehen ist, und wodurch, bei einer Digestion von Speichel mit diesen Stoffen bei 40°, Amylum in Dextrin, dieses in Zucker, und Zucker in Glucose umgewandelt werden kann. Dieser Stoff findet sich nach ihm nicht im Speichelstoff, so wie man diesen gewöhnlich darstellt.

Aber sehr viele andere Stoffe haben dasselbe Vermögen bei der Digestionswärme. Wright sah dabei außerdem eine große Menge Milchsäure, und oftmals auch Dextrin gebildet werden. Brod erlitt eine Veränderung wie Amylum.

Ungebratenes Fleisch wurde bei der Digestionstemperatur in 6 Stunden weich und in eine breiartige Masse verwandelt, und war sauer geworden von Milchsäure.

Ein Fleisch- und Brodbrei wurde, mit Wasser vermengt, durch eine Magenpumpe in den Magen eines Hundes gebracht und Oesophagus und Därme unterbunden. Der Brei zeigte sich nach drei Stunden noch unverändert. Derselbe Versuch, mit einem Fleisch- und Brodbrei angestellt, der mit Speichel angemacht war, zeigte einen gleichartigen Brei, in welchem keine Spur von Fleischfasern mehr zu entdecken war.

Diese Versuche von Wright sprechen sehr zu Gunsten eines Einflusses des Speichels auf die Verdauung; er sah

durch zugefügte Säuren oder Alkalien diesen Einfluß nicht verstärkt und durch freie Säuren oder freie Alkalien eben so wenig wie durch Schleim allein dieselbe Auflösung zu Stande gebracht, welche die Speisen durch Speichel erlitten. Dadurch ist denn dem Speichel bei den Thieren, die solchen besitzen, ein wesentlicher Dienst zuerkannt, und werden die Versuche von Beaumont, welcher den Einfluß des Speichels bei der Verdauung ganz in Abrede stellt, genugsam widerlegt. Der Speichel löst thierische Stoffe, wie Fleisch, auf, und ist im Stande, das Amylum die Veränderung erleiden zu lassen, durch welche es geschickt wird, als Nahrung zu dienen. Auf andere pflanzliche Nahrungsstoffe ist sein Einfluß noch nicht bekannt.

Daß der Speichel dazu dienen soll, die Säure des Magens, welche während der Digestion abgeschieden wird, durch sein Alkali zu sättigen, und daß, so wie Wright meint, der Speichel während der Digestion um so mehr alkalisch wird, je mehr der Mageninhalt sauer ist, läßt nothwendig die Frage entstehen, wozu denn der Speichel alkalisch und der Magensaft sauer ist. Wenn sie beide neutral wären, würde derselbe Zweck erreicht scheinen. Aber gern geben wir den Schluß zu, daß eine zu große Menge Magensäure durch den alkalischen Speichel weniger sauer wird, und daß es also schmerzhafte Digestion oder Indigestion geben kann, wenn nach der Mahlzeit der Speichel nicht heruntergeschluckt, sondern ausgeworfen wird. — Wenn der Speichel nach dem Genuß von Essig wirklich mehr alkalisch wird, wie dies Wright gefunden haben will, so würde dies eine höchst bemerkenswerthe Thatsache sein.

Zu diesen Einzelnheiten, den Einfluß des Speichels betreffend, können noch folgende hinzugefügt werden. Es ist allgemein erkannt, daß das häufige Auswerfen von Speichel der Gesundheit nachtheilig ist, Vermagerung hervorbringt, und also der Speichel im Ganzen nicht als indifferent be-

trachtet werden kann. Ein directer Beweis, daß der Speichel für die Speiseverarbeitung nützlich oder dazu unentbehrlich ist, liegt indeß nicht darin; denn der nachtheilige Einfluß des Auswerfens des Speichels kann sehr wohl bloß in dem Verlust so vieler unorganischer Stoffe liegen, wie in dem Speichel vorkommen. Wenn in 24 Stunden einige Unzen einer Flüssigkeit ausgeworfen werden, welche ½ Proc. oder mehr unorganische Salze enthält, müssen diese auf andere Weise ersetzt oder es muß eine nachtheilige Wirkung davon auf den Organismus gespürt werden. Darunter sind phosphorsaure Salze, welche in dem gewöhnlichen Trinkwasser nicht vorkommen; es fügen sich Eiweißstoffe und andere organische Körper hinzu, welche, obschon in geringer Menge vorhanden, gleichwohl zu den wichtigsten Bestandtheilen des Organismus gehören.

Was das Schwefelcyankalium betrifft, so ist dessen Dienst ebenso wenig erklärt, wie der des Ptyalins, aber wo überhaupt eigenthümliche Stoffe in einem Secret angetroffen werden, welches beim Eintritt der Nahrungsmittel in den Organismus abgeschieden wird und mit denselben in den Körper tritt, da ist das Vermuthen sehr zu Gunsten des Einflusses dieser Flüssigkeit auf den Organismus, wenn auch die Wissenschaft darüber noch kein Licht giebt. Aber einiges Licht hat sie doch schon darüber verbreitet und sicher genug, um den Speichel nicht als Wasser zu betrachten, welches die Speisen nur befeuchtet, wozu einige Physiologen in unserer Zeit gekommen sind.

Was vor Allem eine Beschwerde bildet bei physiologischen Untersuchungen, ist, daß man in dem Maaße, wie man sich mehr von dem Terrain der Wahrnehmung entfernt und sich auf das des Versuchs versetzt, mehr Gefahr läuft, die Wahrheit nicht zu finden. Und doch, wie soll man zu einiger wissenschaftlichen Kenntniß in der lebenden Natur gelangen, wenn man die Wirkungen nicht isolirt, die Einflüsse

nicht scheidet, nicht aus einem compleren Ganzen jede Besonderheit für sich selbst zu studiren strebt? Will man den Einfluß des Speichels auf die Verdauung kennen lernen, so muß man den bloßen Speichel auf Speisen einwirken lassen und den Veränderungen, die sie erleiden, nachgehen; man muß sogar das Ptyalin und das Schwefelcyankalium und andere Bestandtheile des Speichels jeden für sich, dann zwei und zwei, und so zu dem ganzen Speichel aufsteigend, hinsichtlich ihrer Wirkung untersuchen. Auf diese Art wird Wissenschaft in diese unsere Kenntniß kommen. Aber so kommt der Speichel nicht vor und so wirkt er also auch nicht; solch eine Wissenschaft, die allein Wissenschaft heißen möchte, würde sicher etwas ganz Anderes lehren, wie die Natur im Einfluß des gemengten Speichels, wie er in der Mundhöhle vorkommt, darbietet. Der folgende Versuch kann dies lehren.

Magendie hat (L'institut Nr. 616, 22. Oct. 1845) Versuche mitgetheilt über den Einfluß des Speichels auf die Speiseverarbeitung. Der Speichel der Parotis eines Pferdes konnte Kleister zwischen 40° und 75° nicht in Zucker verwandeln; aber der gemengte Speichel von allen Theilen der Mundhöhle, dadurch erhalten, daß man im Oesophagus eines Pferdes ein Loch machte, dem Thier gut ausgespülte Kleie zu fressen gab und den verschluckten Bissen ausdrückte, hatte diese Eigenschaft bei 40° in hohem Maaße. Die Bestandtheile, welche Magendie im Speichel der Parotis und in dem der ganzen Mundhöhle auffand, verbreiten kein Licht über diesen Unterschied, aber der Unterschied ist belangreich. Durch die Vermengung verschiedener Flüssigkeiten scheint in der Mundhöhle ein Gemenge zu Stande zu kommen, welches anderen Stoffen chemische Umsetzung mittheilen kann. Der Speichel aus der Parotis ist daher kein eigentlicher Speichel; er stellt den Speichel nicht vor, wie er wirklich ist. Eine Analyse von Speichel, die einiges Licht auf die Natur dieser Flüssigkeit verbreiten soll,

muß also auch mit gemengtem und nicht mit reinem Speichel angestellt werden.

Es bleibt daher die Frage, ob das Vermögen des Speichels zu katalysiren, einem Stoff oder einem Gemenge zugeschrieben werden muß; ist es ein Stoff, so lehrt der Versuch von Magendie, daß derselbe nicht durch eine Speicheldrüse, sondern durch Zusammentreten von Allem zu Stande kommt, was zu den abgeschiedenen Flüssigkeiten der Mundhöhle gehört. Das Ptyalin ist dieser katalysirende Stoff nicht, wenigstens nicht allein, wie aus den folgenden Versuchen hervorgeht.

Magendie hat nämlich (Compt. rend. 27 Juillet 1846, p. 189) bekannt gemacht, daß allerlei thierische Körper, mit Amylum gemengt, das Vermögen haben, dasselbe in Dextrin und Zucker zu verwandeln. Wenn Pancreas, Gehirn, Herz, Lunge, Leber, Nieren, Muskeln ꝛc. fein zertheilt, mit Wasser ausgezogen und dieser Auszug mit Stärke in Berührung gebracht wurde, so verwandelte sich alle Stärke in Dextrin und Zucker; Blut und Blutserum hatten diese Eigenschaft gleichfalls. Der Speichel braucht daher keine eigenthümlichen Stoffe zu enthalten, um diese Umsetzung des Amylums zu Stande zu bringen; sie scheint durch allgemein verbreitete Körper entstehen zu können.

Was wir daher jetzt von dem Speichel wissen, ist, daß in demselben einer oder mehrere allgemein im Körper verbreitete Stoffe organischer Natur vorkommen, die das Vermögen haben, Amylum in Dextrin und Traubenzucker umzuwandeln und die also vermuthlich einen ähnlichen Einfluß auf die dem Amylum verwandten Stoffe, wie Inulin, Cellulose ꝛc. ausüben; daß Proteinverbindungen dadurch wirklich auflöslich gemacht werden können und der Magensaft also in seiner Wirkung durch den Speichel unterstützt wird.

Diese Resultate sind noch näher befestigt worden durch Hoffmann (Haeser's Archiv, Bd. 6, S. 157), Valen-

tin und Müller (Canstatt's Jahresbericht über die Fortschritte ꝛc. im Jahre 1844, Bd. I., S. 152).

## Magensaft.

Der Magensaft ist sehr mannigfach der Gegenstand von Untersuchungen gewesen, man hat aber eine Menge Widersprüche über ihn mitgetheilt, so daß eine folgende Arbeit oft nichts Anderes zu Wege bringt, als den Werth einer vorhergehenden zu schwächen. Man hat ihn bald sauer, bald alkalisch genannt, und in diesen Eigenschaften wechselsweise den Schlüssel zur Erklärung der früher so räthselhaften Frage der Verdauung der Speisen finden zu müssen geglaubt.

Unter den älteren Beobachtungen sind die von Spallanzani zu den besten zu zählen. Viele derselben wurden selbst in letzter Zeit wieder als neu angerühmt, namentlich die, welche sich auf das Vermögen des Magensaftes beziehen, feste Stoffe, selbst außerhalb des thierischen Körpers, aufzulösen, welches Spallanzani sehr gut bekannt war.

Carminati machte zuerst einen Unterschied zwischen dem Magensaft in einem leeren und in einem mit Nahrung gefüllten Magen; bei fleischfressenden Thieren, die fasteten, fand er ihn neutral, bei fleischfressenden Thieren nach genossener Nahrung sauer, eine Reaction, die Werner beim Magensaft grasfressender Thiere, nach dem Genuß der Nahrung gleichfalls gefunden zu haben glaubte.

Die Versuche mit Magensaft, welche am meisten Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben, sind die von Prout, welcher meinte, daß der Magensaft während der Verdauung sauer sei von Salzsäure. Er bestimmte das Chlor, welches mit Kalium, Natrium, Ammonium und Wasserstoff verbunden war, und fand, daß von 39,6 Thln. Chlor 22,2 Thle. mit Wasserstoff, 7,9 Thle. mit Ammonium und 9,5 Thle. mit Kalium und Natrium verbunden waren.

Das Resultat dieser Versuche von Prout, Jahre lang von Niemandem bezweifelt, gewann mehr und mehr die Physiologen, seit Bouchardat gefunden hatte, daß sehr verdünnte Salzsäure Fibrin und andere Stoffe auflösen kann und es bekannt war, daß verdünnte Säuren im Allgemeinen bei Digestionstemperatur vielerlei Stoffe chemisch umsetzen können, z. B. Amylum in Dextrin und Zucker.

Aus Stücken von kohlensaurem Kalk, welche sie Thiere verschlucken ließen, erhielten Tiedemann und Gmelin Chlorcalcium im Magensaft und während sie die Flüssigkeit des leeren Magens — deren Menge sehr gering ist — neutral fanden, fanden sie die Flüssigkeit der Magen, die durch verschluckte Kieselsteine gereizt waren, sauer. Während der Gegenwart der Nahrung im Magen wird also, auch nach den Versuchen von Tiedemann und Gmelin, die Säure im Magen abgesondert und zugleich die Menge des Magensaftes ansehnlich vermehrt. Sie fanden im Magensaft außer Schleim eine wasserhelle Flüssigkeit, mehr oder weniger gelblich von Farbe, salzig von Geschmack, und außer Salzsäure auch Essigsäure und ein einziges Mal auch Buttersäure enthaltend.

Berzelius, welcher unvermengten Magensaft vom Menschen untersuchte, fand darin 1,27 Proc. feste Stoffe, vorzüglich Kochsalz, durchmengt mit einem braunen extractartigen Stoff, und Kalk und Eisen enthaltend. Zwei Jahre und fünf Monate lang aufbewahrt, entstand in diesem Magensaft, welcher durch eine Magenfistel ausgelassen war, keine Fäulniß. Dieser Magensaft rührte von Beaumont her, welcher darüber so viele Versuche mitgetheilt hat.

Die Stoffe, welche in Folge dieser Untersuchungen im Magensaft bekannt geworden sind, sind — außer den Bestandtheilen des Speichels und einem durch Galläpfeltinctur fällbaren Stoff, welcher für Eiweißstoff gehalten ist — Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorammonium, schwefelsaures Kali. Kohlensaure und phosphorsaure Alkalien haben Tiedemann

und Gmelin nicht gefunden, aber phosphorsaure Salze von Kalk, Talkerde, Eisen und zuweilen von Mangan, schwefelsauren und kohlensauren Kalk.

Außer den meisten dieser schon angeführten Stoffe fand Braconnot im Magensaft von Hunden noch Fett von scharfem pfefferartigen Geschmack, keine Milchsäure, eine in Alkohol lösliche organische Materie, die durch Sublimat und durch Galläpfeltinctur gefällt wurde und außer in Alkohol auch in Wasser auflöslich war, einen nur in verdünnten Säuren löslichen thierischen Stoff, welcher durch Eisen- und Kupfersalze daraus niedergeschlagen wurde, und endlich eine in Wasser, aber nicht in Alkohol lösliche organische Materie.

Endlich hat Brugnatelli gefunden, daß Achat und Bergkrystall im Magensaft aufgelöst werden, und Gmelin und Tiedemann haben wirklich Spuren von Fluorwasserstoffsäure im Magensaft angetroffen, worin Berzelius (Thierchemie, p. 225) mit Recht nichts Befremdendes findet, da diese Säure einen gewöhnlichen Bestandtheil von Knochen und Urin ausmacht.

Nach diesen Untersuchungen glaubte man den Magensaft betrachten zu müssen als eine dünne wäßrige Flüssigkeit, in welcher viele gewöhnliche Bestandtheile der thierischen Flüssigkeiten vorkommen, so wie sie im Blutserum angetroffen werden, welche auf die Auflösung und Umsetzung der Speisen von keinem Einfluß seien, gemengt mit einer kleinen Menge Salzsäure, die als die auflösende und umsetzende Materie betrachtet werden müsse.

Versuche von Eberle haben jedoch später gezeigt, daß die unorganischen Bestandtheile des Magensaftes und namentlich die verdünnte Salzsäure an sich nicht so vollkommen oder nicht so schnell im Stande sind, die bei der Verdauung aufgelöst werdenden Stoffe außerhalb des thierischen Körpers aufzulösen, als wenn zugleich ein wenig Magenschleim oder ein Stückchen von der Schleimhaut des Magens oder selbst

der Blase zugleich vorhanden war. Diese Versuche sind von Schwann weiter ausgedehnt, welcher in der Schleimhaut des Magens eine eigenthümliche organische Materie gefunden zu haben glaubte, welche er Pepsin nannte und welche die Verdauung der Speisen, d. h. erst ihre Auflösung und dann ihre Umsetzung befördern soll. Schwann bereitete einen künstlichen Magensaft, indem er aus 100 Thln. Wasser, 2,75 Thln. Salzsäure von 1,13 spec. Gew. eine Mischung machte und diese 24 Stunden lang mit der Schleimhaut eines Magens digerirte. Die filtrirte Flüssigkeit war nun im Stande, sehr viele Speisen aufzulösen und wurde von ihm, was das Verdauungsvermögen anlangt, für Magensaft gehalten. Durch Kochen verlor die in der Salzsäure aufgelöste Materie das Vermögen, Speisen aufzulösen, und das Pepsin verträgt daher kein Kochen.

So ungefähr steht die Frage noch in der Wissenschaft da, obschon sie in der letzten Zeit noch einige Erweiterung erhalten hat. Ich will erst etwas über das sogenannte Pepsin, dann über die Säuren des Magensaftes mittheilen, und glaube es schuldig zu sein, in dieser Angelegenheit einen historisch-kritischen Bericht über die am meisten besprochenen Punkte zu geben.

Nach Wasmann *) wird der Magensaft nicht überall im Magen abgesondert, sondern in einem 6—8 Zoll breiten Gürtel von mehr röthlicher Farbe, welcher in der großen Curvatur liegt. Dieser Gürtel ist mit einer Menge Drüsen versehen, die aus Zellen bestehen, welche, indem sie von unten an erneuert werden, die obersten abstoßen, die dann ausgestreckt werden und ihren Inhalt, welcher Pepsin sein soll, in den Magen entleeren **). Vom Wasser werden diese

*) Pharm. Centr. Bl. 1839, S. 349 und 353.

**) Boyd, Purkinje, Bischoff und Pappenheim haben sich mit der Untersuchung dieser Drüsen beschäftigt. S. »Die Verdauung, von S. Pappenheim, Breslau, 1839«, eine sehr lesenswerthe Abhandlung.

Zellenmembrane mit dem körnigen Inhalte der Zellen (Pepsin) schlecht aufgelöst, aber sehr leicht in einer Säure, und solch eine künstlich bereitete saure Flüssigkeit hat dann das Vermögen, gekochtes Eiweiß in 1—1½ Stunden aufzulösen. Wenn die Schleimhaut eines Magens erst mit Wasser von 30° bis 35° gewaschen und darnach mit kaltem Wasser digerirt wird, löst man Pepsin auf und bei Erneuerung des Wassers so lange, bis der Magen zu faulen beginnt. Fügt man zu diesem Wasser etwas Salzsäure, so hat man eine Flüssigkeit, welche gekochtes Eiweiß schnell auflöst. Das Wasser, welches das Pepsin enthält, enthält auch Eiweiß, denn mit Kaliumeisencyanür giebt es einen weißen Niederschlag und durch Erhitzen bis zum Kochen ein Coagulum. Durch Kochen verliert es indeß großentheils sein Auflösungsvermögen.

Durch Alkohol wird das Pepsin aus seiner wäßrigen Lösung in Flocken niedergeschlagen. Die abfiltrirte Flüssigkeit hat kein Vermögen, Speisen aufzulösen. Das durch Alkohol niedergeschlagene Pepsin schwillt in Wasser wieder auf und kann in einem Ueberschuß von Wasser wieder gelöst werden, leichter jedoch in sehr verdünnter Essigsäure oder einer andern Säure. Diese Auflösung wird durch Kaliumeisencyanür nicht niedergeschlagen und hat ein sehr starkes Vermögen, Speisen aufzulösen.

Aus der frischen wäßrigen Lösung wird das Pepsin niedergeschlagen durch schwefelsaures Eisenoxydul, schwefelsaures Kupferoxyd, essigsaures Bleioxyd, Quecksilberchlorid, Zinnchlorür, aber von einem Ueberschuß des Fällungsmittels wird es wieder aufgelöst *).

Indem man einen solchen, durch ein Metallsalz hervorgebrachten Niederschlag im Wasser vertheilt und durch Schwe-

*) Pappenheim hat diese Reactionen ausführlich angegeben; sie sind natürlich bloß von Werth, um ein Gemenge, nicht um einen Stoff zu bezeichnen.

felwasserstoff zersetzt, erhält man eine Auflösung von bloßem Pepsin, welche, vorsichtig angedampft, mit Alkohol einen Niederschlag von Pepsin giebt.

Dem Pepsin aus dem Magen von Schweinen fehlt das Vermögen, Milch zu coaguliren, während Pepsin aus Kälbermagen dieses Vermögen im hohen Grade besitzt.

Eine Flüssigkeit, welche 0,0017 Pepsin aufgelöst enthält und welcher 42 Tropfen Salzsäure auf die Unze zugefügt sind, löst Eiweiß in zwei Stunden auf. Durch 1 Thl. Pepsin konnte Wasmann 49,6 Thle. Eiweiß bei 35° bis 40° auflösen, unter Mitwirkung von Salzsäure. Auch leimgebendes Gewebe und Knorpel werden in pepsinhaltigem Wasser leicht aufgelöst, nicht Epidermis, Horn und elastisches Gewebe.

Was die Art der Stoffe anlangt, die man zusammen unter dem Namen Pepsin bekommt, wenn man sich begnügt, den Schleimüberzug des Magens einfach mit Wasser zu vermengen und zu digeriren, so kann darüber das Folgende dienen, was Pappenheim (Die Verdauung, S. 12) aufzeichnet vom Magenschleim, welcher durch sanftes Drücken der Schleimhaut erhalten war. Er fand nämlich:

1) Eine dickflüssige eiweißartige Materie; 2) unmeßbar kleine Theilchen; 3) meßbare kleine Kügelchen; 4) andere mit einem dunkeln Punkt versehen; 5) Kegel von verschiedenen Dimensionen; 6) abgerundete Kegel; 7) polyedrische, mit Kernen im Centrum versehene Zellen; 8) viel größere polyedrische Zellen mit Kernen außerhalb des Centrums.

Die Frage bleibt nun, welche von diesen mikroskopischen Theilchen eigentlich das Pepsin ausmachen?

Mit Recht hat Pappenheim einen Unterschied gemacht zwischen den kleinen Organen, die den Magensaft abzuscheiden scheinen und dem Secret selbst, was Eberle und Wasmann für eins gehalten hatten. Aber so wahr dieser Unterschied ist, so weit bleiben wir doch noch von der Kenntniß der eigentlichen Natur der speiseauflösenden Materie ent-

fernt. Ein Filter hält die unlöslichen Theile, die Pappenheim beschrieben hat, nicht zurück, und wenn es dies auch thäte, so wäre doch noch die Frage, ob nicht ein Gemenge von vielerlei Stoffen, von denen das eigentliche Pepsin bloß einer ist, durchgegangen wäre.

Pappenheim hat indeß insofern die Materie mehr isolirt, als sie nahezu frei von Eiweiß und ganz frei von in Alkohol löslichen Stoffen zu erhalten ist. Er digerirt die Schleimhaut des Magens mit schwacher Salzsäure, erwärmt auf 80° C., bis das Eiweiß geronnen ist (was indeß wegen des Gehalts an Salzsäure nicht vollkommen möglich ist), filtrirt die Flüssigkeit, dampft ab, zieht mit Alkohol aus und löst den Niederschlag wieder in verdünnter Säure auf. Nach Pappenheim kann die Schleimhaut des Magens auch vorher mit Alkohol ausgezogen werden.

Daß man auf diese Weise noch ein Gemenge von vielerlei Stoffen hat, braucht nicht bewiesen zu werden. Selbst die Niederschläge, die es mit Metallsalzen giebt, oder auch die organischen Stoffe, die man aus diesen Niederschlägen absondert, liefern keine einzige Bürgschaft, daß es nicht ein Gemenge vielerlei Stoffe ist.

Dieses Gemenge nun, unter dem Namen Pepsin, ist von Vogel jun. in München zerlegt worden *). Er bereitete es aus frischen Schweinemagen, trennte die Drüsenhaut von dem serösen Theil des Magens (Je séparai la peau glanduleuse de la partie séreuse de l'estomac), schnitt sie in Stücke und ließ sie 24 Stunden in kaltem Wasser weichen; das Wasser wurde abgegossen und dieselbe Behandlung einige Male wiederholt, bis sich ein stinkender Geruch zu entwickeln begann. Die wäßrige Lösung wurde mit essigsaurem Bleioxyd gefällt, der Niederschlag in Wasser vertheilt und durch Schwefelwasserstoff zersetzt. Nach Vogel bleibt

*) Journ. de Pharm. et de Chim., Oct. 1842, p. 273.

so beim Filtriren geronnenes Eiweiß mit dem Schwefelblei auf dem Filter, während Pepsin und Essigsäure durchläuft. Dies ist inzwischen falsch. Albumin wird so nicht durch ein Filter zurückgehalten, ist nicht geronnen und wird überdies, wenn es auch geronnen wäre, durch die Essigsäure auflöslich.

Vogel verdampfte ferner die Auflösung ohne Kochen zur Syrupdicke, und fällte sie mit Alkohol. Beim Trocknen verlor das Zurückbleibende Essigsäure, welche innig damit verbunden war.

Er fand für seine Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| C | 57,718 |
| H | 5,668 |
| N | 21,088 |
| O | 16,064 |

Diese Zusammensetzung schließt sich an nichts Bekanntes an; aber ich meine auch, daß sie für die Wissenschaft von keinem Werth ist.

Das Einzige, was wir aus den Versuchen von Schwann, Eberle, Wasmann und Pappenheim über das Pepsin schließen mögen, und was nach ihnen durch Viele bestätigt ist, ist, daß wirklich eine sehr kleine Menge einer organischen Materie aus Schleimhäuten von Eingeweiden durch Wasser ausgezogen werden kann, durch welche die Auflösung der Speisen und ihre Umsetzung befördert wird. Payen hat ihr später einen neuen Namen gegeben, Gasterase; Dumas vergleicht sie mit Hefe; aber Niemand kennt das Pepsin, das Verdauungs-Princip.

Die Natur des Pepsins ist also noch im Dunkeln. Wenn man sie für eine im Zustand der Umsetzung befindliche Materie hält, so folgt daraus nicht, daß sie nicht ein besonderer, selbstständiger Stoff sein kann. Alkohol, mit organischen Körpern der Luft ausgesetzt, verwandelt sich stets in Essigsäure, gleichwohl wird man dem Alkohol einen Platz unter den selbstständigen chemischen Stoffen nicht versagen können.

Aber wir kennen den Magenstoff noch nicht. Die große Schwierigkeit ist, ihn von anderen Beimengungen isolirt zu erhalten. Bis jetzt hat man dazu kein Verfahren gefunden, und was Pappenheim, Wasmann u. A. darüber mitgetheilt haben, ist, wie verdienstlich auch in einem so schwierigen Gegenstand, bis jetzt von keinem guten Erfolg gekrönt. In der Auflösung des sogenannten Pepsin (Magenstoff) bringen einige Reagentien, die nicht geronnenes Eiweiß stark niederschlagen, nur einen geringen Niederschlag hervor, z. B. Quecksilberchlorid, salpetersaures Quecksilberoxydul. Eiweiß und Verdauungs-Flüssigkeit kommen jedoch darin überein, daß sie durch Platinchlorid, Zinnchlorür, Chlor, Jodkalium, Eisenchlorid, Alkohol und Gerbsäure wohl niedergeschlagen werden. Schlägt man den Verdauungsstoff durch eine Säure nieder und löst den niedergeschlagenen Stoff durch einen Ueberschuß der Säure wieder auf, so kann Kaliumeisencyanür denselben hieraus nicht niederschlagen, Eiweiß, auf dieselbe Weise behandelt, dagegen wohl.

Daraus geht wohl hervor, daß Pepsin mit Eiweiß nicht verwechselt werden kann. Aber die Reactionen auf Eiweiß sind einmal so sehr von dem Alkali und den Salzen abhängig, die damit gemengt sind, und dann muß in einem wäßrigen Auszug der Magenschleimhaut, so wie er bereitet und zu sogenanntem Pepsin verarbeitet wird, eine so große Menge von Stoffen gefunden werden, daß vorerst an die Kenntniß der eigentlichen Natur des Pepsins nicht zu denken ist.

Die Geschichte einer eigenthümlichen, im Magen abgesonderten Materie ist dadurch nicht deutlicher geworden, daß man die Schleimhaut der dünnen und dicken Därme, die Schleimhaut der Blase, der Luftröhre — wiewohl nicht immer — das Vermögen besitzen sah, Auflösung von festen Proteinverbindungen zu Stande zu bringen.

Daraus folgt wohl, daß aus anderen Organen Stoffe gezogen werden können, die auflösend wirken können, aber

auf keinen Fall, daß alle diese mit dem Stoff des Magens von gleicher Art sind.

Wenn wir kohlensaure Kalk-, Baryt-, Talkerde durch Salpetersäure aufgelöst werden sehen, folgt daraus nicht, daß allezeit, wenn sie aufgelöst werden, Salpetersäure zugegen ist. Es kann vielerlei organische Gemenge geben, die ein Auflösungsvermögen für Proteinverbindungen besitzen; denselben einen Namen zu geben, scheint unrichtig zu sein. Im Speichel, sagen wir, kommen solche Gemenge vor; die Wissenschaft hat gegenwärtig keine Gründe, darin stets eine einzelne organische Gruppe zu sehen.

Das Verhältniß mit dem Pepsin ist daher gegenwärtig noch nicht gut chemisch zu erklären; mit einem neuen Namen Gasterase kommen wir nicht weiter. Wenn auch Versuche von Magendie (s. p. 953 oben) gezeigt haben, daß ein Auszug von Nieren oder Gehirn, von Herzen oder anderen Muskeln, daß Blutserum alle das Vermögen besitzen, Amylum in Dextrin und Gummi zu verwandeln, so haben wir dadurch die Natur der Materie, die dasselbe im Magen thut und darin die Säure des Magensafts unterstützt und den geronnenen Eiweißstoff im Magen auflöst, noch nicht kennen gelernt.

So viel haben wir inzwischen hieraus gelernt, daß das, was man Pepsin genannt hat, sehr wohl ein allgemeiner Stoff des thierischen Organismus sein kann, daß das Umsetzungsvermögen für Amylum und das Auflösungsvermögen für Eiweiß sehr wohl einem Bestandtheil des Blutserums zukommen kann und wir daher im Magen nichts Besonderes zu suchen brauchen; aber wir bleiben doch immer arm an Kenntniß über die Natur, die Zusammensetzung und die Eigenschaften dieses Körpers. Was wir haben verstehen lernen, ist, daß wir ihm denselben Sinn beilegen müssen, wie dem Diastas, wenn es Amylum umsetzt.

Ist es derselbe Stoff, welcher geronnenes Eiweiß auf-

löst? Die Erfahrung hat dies nicht bestätigt. Blutserum, Gehirn, Nieren, Herz, andere Muskeln, mit Wasser ausgezogen — aber nicht in Fäulniß begriffen, wie man die Magenwände zu Bereitung von Pepsin angewandt hat, denn faulende Stoffe beweisen nichts für Wirkungen des gesunden Organismus —, lösen geronnenes Eiweiß weder allein, noch mit Hülfe von Salzsäure auf. Magensaft oder ein mit Salzsäure bereiteter Auszug von einem Magen thut dies indessen schnell; daher ist gegenwärtig wohl Grund vorhanden, mehr als einen Stoff organischer Natur im Magensaft vorauszusetzen; vielleicht einen allgemeinen des Organismus, welcher Amylum in Dextrin und Zucker verwandelt und einen besonderen, welcher in der Schleimhaut des Magens (und der Blase und vielleicht noch anderswo) gefunden, oder lieber daraus abgeschieden wird.

Wir befinden uns indeß über Beide im Dunkeln, was die Natur dieser Stoffe anlangt und es wird, in welchem Zustande die Wissenschaft auch sein mag, eine mühsame Arbeit sein, diesen Gegenstand aufzuklären. Noch kennen wir das Diastas oder Synaptas nicht. Solche Stoffe lassen sich schwer einer guten Untersuchung unterwerfen.

Bernard und Barreswil (Comptes rendus 7 Juillet 1845, p. 88) haben inzwischen geglaubt, gezeigt zu haben, daß der Magensaft, wenn er sauer ist, Fleisch, Kleber, Eiweiß auflöst, während er dann kein auflösendes Vermögen auf Amylum ausübt. Wenn er im Gegentheil durch Soda alkalisch gemacht ist, verliert er das Vermögen, Fleisch aufzulösen, löst aber das Amylum sehr schnell auf.

Da nun Speichel und Pankreassaft alkalisch reagiren, untersuchten sie, ob diese Flüssigkeiten, wenn sie sauer gemacht sind, Fleisch und Eiweiß auflösen. Das Resultat war bestätigend. Sie meinen auch gefunden zu haben, daß im Speichel, dem Magensaft und dem Pankreas ein allgemeiner organischer Stoff ist, welcher, je nachdem er in einer sauren oder

alkalischen Flüssigkeit enthalten ist, Fleisch und Eiweiß, oder Amylum auflösen kann; daß daher das Speiseverarbeitungs-Vermögen dieser drei Flüssigkeiten dasselbe ist, aber nur in der Richtung abweicht, je nachdem das Alkali oder die Säure die verschiedene Richtung bestimmt.

Es ist wenig Grund vorhanden, diese Ansicht zu theilen. Der Magensaft ist während der Verdauung von amylumhaltigen oder von Fleischspeisen in beiden Fällen sauer; die Auflösung von beiden geschieht in diesem sauren Magensaft; alkalische Flüssigkeiten, wie Speichel, Auszug von Blutserum und allerhand thierischen Stoffen (s. oben) befördern die Umsetzung des Amylums in Dextrin und Zucker; alkalische Flüssigkeiten lösen auch Proteinverbindungen auf. Endlich, der Speichel ist wohl alkalisch, der Pancreassaft gleichfalls, aber die Wirkung von beiden wird niemals abgesondert, sondern gemeinschaftlich mit der von saurem Magensaft im Magen und den Därmen ausgeübt, und die Sache ist also dadurch nicht deutlicher geworden.

Man hat viel zu allgemein an einem Stoff gehangen, welcher, im ganzen Thierreich im Magen vorkommend, ein Vermögen, die Speisen aufzulösen und umzusetzen haben soll. Dies wird deutlich, wenn wir der Verschiedenheit von Nahrung nachgehen, die verschiedene Thiere genießen; aber vorzüglich, wenn wir in Erwägung nehmen, daß die warmblütigen und die kaltblütigen Thiere im Wesen dieselben Hauptnahrungsstoffe gebrauchen; daß also im Magen einer Hyäne und einer Schlange dieselbe Umsetzung der gebrauchten Fleischspeisen bewirkt werden muß; daß in dem Magen einer Kuh und in dem einer Schildkröte und einer Seidenraupe dieselbe Umsetzung der genossenen Blätter zu Stande kommen muß. — Was von der Temperatur gesagt ist, als einflußreicher Ursache bei der Speiseverarbeitung, muß also so oftmals modificirt werden, als die Speise-Verarbeitung bei niederer und nicht bei Digestionstemperatur geschieht. Es muß also bei den kaltblütigen

Thieren eine Substanz vorhanden sein, die den Einfluß der Digestionstemperatur ersetzen kann. Aber welche Substanz dies ist, wissen wir noch nicht.

Es folgt inzwischen hieraus, daß, wenn wir auch die Natur eines oder einiger Verdauungsstoffe, den Einfluß der Magensäuren ꝛc. bei den warmblütigen Thieren vollkommen kennten, wir noch ein großes Feld der Untersuchung übrig haben würden für die kaltblütigen, bei denen eigenthümliche Auflösungs- und Umsetzungsmittel vorkommen müssen, wovon wir gegenwärtig noch keinen Begriff haben.

Ich muß inzwischen bemerken, daß verdünnte Salzsäure Fibrin und Casein bei gewöhnlicher Temperatur auflöst und dazu keiner Wärme oder unorganischer Substanz bedarf. Aber mehr würde ich nicht anzuführen wissen, was hier einige Anwendung erlangen könnte.

Inzwischen ist dies von Gewicht. Indem also Fleisch genossen wird — welches sich, was die elementare Muskelfasersubstanz anlangt, als Fibrin verhält, — so kann dann auch durch verdünnte Salzsäure allein die Auflösung zu Stande kommen. Milch, durch sehr verdünnte Salzsäure zum Gerinnen gebracht, wird durch Verdünnung mit viel Wasser bei gewöhnlicher Temperatur wieder aufgelöst.

Mit Fibrin ist dasselbe der Fall, und von den gewöhnlichen als Nahrung benutzten Proteinverbindungen bleibt also eigentlich blos der geronnene Eiweißstoff der Pflanzen und der durch Wärme coagulirte thierische Eiweißstoff übrig; Körper, die durch bloße verdünnte Salzsäure, selbst bei Digestionswärme, nicht auflösbar sind, sondern dazu eine organische Substanz nöthig haben, wie oben auseinandergesetzt ist.

Die späteren über den Magensaft angestellten Versuche haben mit Beiseitesetzung des dunkeln Punkts der darin enthaltenen organischen Stoffe — zum Zweck gehabt, die Natur der Säure des Magensafts näher auszumitteln.

Es ist namentlich seit einigen Jahren von Vielen bezwei-

felt worden, daß die Salzsäure die freie Säure im Magensaft sei. Es ist nicht überflüssig, die verschiedenen darüber bekannt gemachten Resultate hier mitzutheilen, weil man leider auch hierin noch zu keiner vollkommen festen Grundlage gekommen ist.

Aber das haben diese Untersuchungen doch gelehrt, daß, wenn auch Salzsäure im freien Zustande im Magensaft während der Verdauung vorkommen mag, sehr viele andere Säuren dieselbe Wirkung wie Salzsäure ausüben können; daß der Salzsäure also kein besonderes Vermögen zuerkannt werden kann, was auch mit der Erfahrung über die Einwirkung der Säuren auf Nahrungsstoffe in Uebereinstimmung ist.

Alle diese Versuche der letzten Zeit sind indeß mit Magensaft von Hunden angestellt, bei denen man künstliche Fistel angebracht hatte. Mit Recht wird an der unveränderten Beschaffenheit des Magensaftes unter solchen Umständen gezweifelt. Ein Magen mit einer künstlichen Fistel ist in einem irritirten Zustand. Die Hunde leben indeß mit solchen Fisteln lange und befinden sich in der Regel wohl. Ihre Speisen werden daher verdaut und wenn auch dem aus solchen Versuchen gezogenen Schluß etwas fehlen mag, so verdient doch solcher Magensaft im Ganzen nicht als unbrauchbar zu Versuchen verworfen zu werden, da Hunde ohne Fistel mit solchem Magensaft bestehen können, wie sie besitzen, wenn man Fistel angebracht hat.

Die Resultate dieser Versuche sind folgende:

Blondlot z. B. fand (Comptes rendus, 11. Sept. 1843, p. 513) den Magensaft eines Hundes, welcher eine künstliche Magenfistel hatte, sauer. Er fand aber in demselben weder Milchsäure noch Salzsäure, sondern sauren phosphorsauren Kalk. Außerdem eine eigenthümliche organische Materie, die als Ferment wirkt, wenn sie mit einer sauren Substanz gemengt und einer Temperatur von 10 bis 40° ausgesetzt ist.

Seit diesen Versuchen von Blondlot, vor allen seitdem man nach Willkühr große Mengen von Magensaft bekommen kann, haben sich Viele mit dieser Untersuchung eifrig beschäftigt und ist die Salzsäure mehr und mehr in den Hintergrund gestellt, oder selbst ihre Anwesenheit im Magensaft ganz und gar geläugnet.

Blondlot z. B. hat an Payen einen Hund mit einer Magenfistel geliefert, welcher damit Versuche angestellt hat.*) Bei einer Temperatur von 36° bis 39° C. sah er folgende Stoffe sich sehr schnell in dem Magensaft auflösen: Fleisch von Ochsen und von Schweinen, Fischleim (dieses bildete keine Gelée mehr). Salzsäure von derselben Stärke hatte nach acht Stunden noch keine Veränderung an den Stoffen hervorgebracht. Cylindrische Knöchelchen hatten, in den Magen des Hundes gebracht, in 50 Stunden von 2,78 auf 1,005 abgenommen.

Millot hat außerdem**) bemerkt, daß der Magensaft im Stande ist, viele Blasensteine aufzulösen. Urin von Diabetischen hat dasselbe Vermögen. Der Magensaft hat jedoch weit die Oberhand, mag er von Carnivoren oder von Herbivoren herstammen. Der Salzsäure war diese Wirkung nicht zuzuschreiben; eine Säure, welche wohl auf Gries (graveel) und einige Steine, aber keinenfalls auf alle, und immer in viel geringerem Maaße wirkt, wie der Magensaft.

Das Resultat der eben mitgetheilten Versuche von Blondlot, daß im Magensaft saurer phosphorsaurer Kalk vorkomme, ist von Thomson nicht bestätigt (Annal. d. Chem. u. Pharm., Mai 1845, S. 214). Thomson konnte nämlich den Magensaft eines Schweines, welches mit Gras gefüttert war und dessen Magensaft sauer reagirte, durch Kreide vollkommen neutral machen. Bei Wiederholung des

*) Comptes rendus, 2. October 1843, p. 654.

**) Comptes rendus, 9. October 1833, p. 765.

Versuchs erhielt er immer dasselbe Resultat. Aber nach Thomson ist der Magensaft sauer durch eine nicht flüchtige organische Säure und enthält keine freie Salzsäure, weshalb er auch, aus dem Wasserbad destillirt, ihm kein saures Destillat lieferte. Aus dreimal zwei Unzen Magensaft, Nro. 1 mit salpetersaurem Silber gemischt, und darnach mit Salpetersäure zersetzt, Nr. 2 abgedampft, geglüht, im Wasser aufgelöst und mit salpetersaurem Silber zersetzt, Nro. 3 mit Kali gesättigt und mit salpetersaurem Silber gemischt, erhielt er an Chlorsilber:

$$1 = 7{,}81$$
$$2 = 7{,}17$$
$$3 = 7{,}97.$$

Aus der Uebereinstimmung zwischen Nro. 1 und 3 geht hervor, daß in Nro. 1 keine organische Säure mit dem Silberoxyd verbunden war, sondern alles sich wirklich als Chlorsilber niederschlug. Der Magensaft reagirte inzwischen sauer und das Kali, welches zugesetzt wurde, um die saure Reaction wegzunehmen, hat also gedient, eine organische Säure, nicht Salzsäure, zu sättigen.

Daß in dem Magensaft Salmiak vorhanden ist, und keine freie Salzsäure, schließt Thomson aus der geringeren Menge Chlorsilber von Nr. 2 und daraus, daß, wenn man nicht aus dem Wasserbad, sondern über freiem Feuer destillirt, man durch salpetersaures Silber im Destillat Chlorsilber erhält, während man beim Destilliren aus dem Wasserbade dasselbe nicht bekommt.

Thomson, welcher diese Versuche mit Magensaft, der mit einzelnen Mehlspeisen gemengt war, angestellt hat, leugnet die Resultate der Versuche von Prout, welcher den unter Nr. 1 genannten Versuch anzustellen versäumte und deshalb den Salmiak als freie Salzsäure in Rechnung brachte. Er fand in diesem Magensaft bloß Milchsäure, als Zersetzungsproduct des Amylums, gemengt mit etwas Essigsäure.

Blondlot, welcher meint, daß saurer phosphorsaurer Kalk im Magen vorkommt, behauptet, daß aus Kreide durch Magensaft keine Kohlensäure ausgetrieben wird. Bernard und Barrnswil haben jedoch (Comptes rendus, 1844 p. 1284 und l'Institut, 11. Dec. 1844) angedeutet, daß dies blos in dem sehr verdünnten Zustand des Magensafts seinen Grund hat und daß man wohl Aufbrausen bemerkt, wenn man den Magensaft zuvor durch Abdampfen concentrirt. Sie sahen auch neutralen phosphorsauren Kalk sich im Magensaft auflösen, ein Salz, welches nach ihnen in dem Kalkbiphosphat vollkommen unauflöslich ist.

Um zu versuchen, welche Säure den Magensaft sauer mache: Essigsäure, Salzsäure, Phosphorsäure oder Milchsäure, sind sie den Eigenschaften der Milchsäure, von Pelouze näher untersucht, nachgegangen und haben die Säure des Magensaftes für Milchsäure erkannt, sowie Chevreul, Leuret und Lassaigne es früher angegeben hatten.

Sie meinen also bewiesen zu haben, daß die Milchsäure die beständige Ursache der Säure des Magensaftes ist. Aber da Blondlot gezeigt hat, daß die Natur der Säure bei der Verdauung nicht von Einfluß ist, wenn nur eine freie Säure da ist, so meinen sie auch nicht, daß die Milchsäure mit besonderen Kräften in Bezug auf Speiseverarbeitung begabt ist. Phosphorsäure, Essigsäure, Salzsäure, zu Magensaft hinzugefügt, welchem kohlensaurer Kalk beigemengt war, um die freie Säure zu sättigen, stellten in jedem Fall das Vermögen desselben, Speisen aufzulösen, wieder her. Kommt freie Salzsäure im Magensaft vor, so meinen sie, daß sie ein Product der Einwirkung der freien Milchsäure auf die Chlorüre, oder auch wohl ein wenig freie Phosphorsäure ist, welche nach ihrer Meinung auch durch Milchsäure aus den Pposphaten frei gemacht wird. Beide Meinungen lassen sich nicht vertheidigen, da Milchsäure weder Chlorüre noch phosphorsaure Salze zersetzen kann.

Sehr viele Körper, die als Nahrungsstoffe benutzt werden, bilden unter gewissen Umständen Milchsäure. So ist bekannt, daß im Kohl, wenn man mit ihn Salz gemengt aufbewahrt, so viel Milchsäure gebildet wird, daß der Kohl (Sauerkohl) mit Vortheil zur Milchsäure-Bereitung angewendet werden kann. Alle Mehlspeisen entwickeln, wenn sie in Vermischung mit Wasser bei Sommertemperatur aufbewahrt werden, eine große Menge Milchsäure; bei der Bereitung des gewöhnlichen Kleisters ist das Entstehen dieser Säure — durch eine höchst einfache Umsetzung des Amylums gebildet: $C_{12}\ H_{20}\ O_{10} = 2\ C_6\ H_{10}\ O_5$ — wohl bekannt.

Es ließ sich daher schon von vornherein erwarten, daß bei der Verdauung von Mehlspeisen, wo die Umstände von der Art sind, daß Milchsäure entstehen kann, wirklich Milchsäure gebildet werden muß, aber gerade deshalb, weil die Milchsäure ein gewöhnliches Product der Umsetzung von Speisen ist, blieb es die Frage, ob es wohl wahr ist, daß sie als eine von der Magenwand abgesonderte Substanz anzusehen sei.

Bernard meint dieß Letztere bestimmt bewiesen zu haben. Aus Versuchen von Bernard (Journ. de Pharm. et de Chimie, Juni 1844, p. 428) soll nehmlich hervorgehen, daß der Magensaft nur ein Product der Magenschleimhaut ist; daß er im Augenblick der Verdauung selbst entsteht; daß eine größere Zufuhr von Blut nach dem Magen die Ursache seiner Abscheidung ist.

Die Ursache des Sauerseins des Magensafts, während das Blut alkalisch ist, hat er auf folgende Art auszumittteln gesucht. Zu gleicher Zeit sprützte er durch die eine vena jugularis eines Hundes Kalium-Eisen-Cyanür, durch die andere schwefelsaures Eisenoxydul ein. Nirgend fand er dadurch hervorgebrachte Farbenveränderung, selbst nicht in den Wänden des Magens; aber der Inhalt des Magens, die Speisen, waren blau gefärbt. Daraus schließt er, daß der Magensaft dann erst sauer wird, wenn er aus den Wänden des Magens

heraustritt. Bernard vergißt hierbei, daß das Blut alkalisch ist, und daher nirgends Berlinerblau sichtbar sein kann, wie an den Stellen im Organismus, wo keine Alkalien die Oberhand haben. Wenn auch die Menge des Berlinerblau groß ist, so muß es doch überall zersetzt werden, wo es mit dem alkalischen Blut in Berührung ist. Es wird im Inhalt des Magens bloß sichtbar, weil er sauer ist. Aber dadurch ist die saure Beschaffenheit des Magens noch nicht erklärt. Bernard nennt dies den Erfolg von molekularer Wirkung, und dies wird so sein, aber es ist gerade die Frage, von welcher. Inzwischen hat er Versuche angestellt durch Einspritzen von Säuren in das Blut: Milchsäure, Phosphorsäure, Buttersäure, Essigsäure. Alle diese wurden darnach im Magensaft wiedergefunden. Wurden Auflösungen von Magnesia oder Eisen in das Blut eingespritzt, so fand man sie nicht in dem Magensaft wieder. Werden aber Salze in das Blut eingespritzt: milchsaures oder buttersaures Eisenoxydul oder Magnesiumoxyd, so werden die Salze zersetzt und die Säuren im Magensaft, die Basis im Harn gefunden. Cyanquecksilber, in die vena jugularis eingespritzt, gab dem Magensaft einen Geruch nach Blausäure, aber niemals Spuren von Quecksilber. Nach ihm werden daher die im Blut als solche vorhandenen Säuren durch den Magen als Magensaft durchgelassen, und wenn auch Milchsäure nach seinen und nach Barreswil's Versuchen die eigentliche Säure des Magensafts ist, so muß doch das Resultat seiner Versuche sich dahin ergeben, daß von allen im Blut enthaltenen Salzen die Säuren im Magensaft angetroffen werden; ein Schluß, welcher viel weiter geht, wie er ihn aufgestellt hat, der aber doch unmittelbar aus den Versuchen folgt, so wie sie von ihm mitgetheilt sind.

Daß Milchsäure die freie Säure des Magensafts ist, und daß keine freie Salzsäure in demselben vorkommt, hat Lehmann gleichfalls bestätigt (Pharm. Centralbl., 1847, Nr. 5). Magensaft von Hunden, die blos mit Knochen

gefüttert waren, lieferte ihm Milchsäure, woraus er milchsaure Talkerde machte, die der Analyse unterworfen wurde. Hier konnte die Milchsäure also nicht von der Nahrung abstammen. Lehmann hat diese Versuche mehrere Male wiederholt und es ist daher nicht daran zu zweifeln, daß im Magensaft von Hunden, die mit Knochen gefüttert wurden, freie Milchsäure vorkommt.

Ein anderer Versuch von Bernard, durch welchen bewiesen werden muß, daß die Stoffe, welche im Magensaft vorkommen, durch die Wände des Magens aus dem Blut abgesondert werden, ist dieser (Gazette medicale, 1844, Nr. 1 und Schmidt's Jahrbuch, 1845, 3. Heft, S. 283.):

Ein Hund erhielt in einer Suppe 4 Grammen milchsaures Eisenoxydul und eine halbe Stunde später ein Lavement, welches dieses Salz enthielt. Unmittelbar darauf wurde in die vena jugularis eine Auflösung von Kalium-Eisen-Cyanür eingespritzt und das Thier 25 Minuten später getödtet. Der Inhalt des Magens war blau. Der Chymus des Duodenum zeigte einige blaue Farbe, aber was ferner im Dünndarm und im Dickdarm gefunden wurde, war nicht blau gefärbt. Von diesem Versuch gilt dieselbe Bemerkung wie von dem auf Seite 967; die alkalische Eigenschaft des Inhalts der dicken Därme ist die Ursache, daß das Berlinerblau, welches auch hier gewesen sein sollte, zersetzt wurde und deshalb nicht mehr sichtbar war.

Dadurch, meint B., ist bewiesen, daß die Säure, welche dann und wann im Coecum vorkommt, nicht ein Secret ist, sondern ein Product von Umsetzung der Stoffe, welche in diesem Darm vorhanden sind.

Die Weise, wie diese Säuren aus dem Blut treten, vergleicht Bernard mit der Scheidung von Bleioxyd-Kali, welches durch Kohle filtrirt wird, in zurückbleibendes Bleioxyd und in Kali, welches durchläuft (Froriep's Notizen, Jan. 1844 Nr. 619). Inzwischen ist hierdurch nichts aufgeklärt. Auch

essigsaures Bleioxyd, durch Kohle filtrirt, und mehrere andere Metallsalze, lassen das Oxyd oder das Metall in der Kohle zurück und die Säure läuft durch. Aber diese Wirkung ist weit entfernt erklärt zu sein.

Mag daher auch wirklich in den Wänden des Magens eine Säure von einer Basis getrennt werden, so ist es noch die Frage, womit die Basis verbunden wird, wodurch die Säure aus einer alkalischen Flüssigkeit, wie das Blutserum ist, frei gemacht wird.

Ist es nun wahr, daß im Blut keine Milchsäure vorkommt, wie es Enderlin bewiesen zu haben meint, so wird auch der Schluß nicht wahr sein, den Bernard und Barreswil aus ihren oben mitgetheilten Versuchen gezogen haben, oder den Bernard aus den seinigen zieht, nämlich, daß entweder die Säure des Magensafts keine Milchsäure ist, oder, daß es keine Säure ist, die stets im Blut vorhanden ist. (? D. Uebers.)

Ein anderer Schluß, den Bernard aus seinen Versuchen zieht, scheint wichtig, nämlich, daß der Magensaft nicht blos dient, um Stoffe aufzulösen, oder chemisch umzusetzen, sondern daß eine gewisse Aequivalentbeziehung bestehen muß, zwischen der Menge der Speisen und der Säure des Magensafts, wenn die Nahrung in das Blut übergehen soll, so wie es zur guten Erhaltung des Organismus erfordert wird (Gazette medicale, Mars 1844), ein Schluß, welcher auch durch die Versuche von Bouchardat und Sandras für Zucker bestätigt wurde.

Melsens hat, mit Uebergehung der Frage, welche Säure es sei (Comptes rendus, 1844, p. 1289), bewiesen, daß der Magensaft eine freie Säure enthält. Er hat nämlich 32 Grm. Magensaft mit Stückchen von Marmor von 7,007 Grm. Gewicht zwei Tage lang in Berührung gelassen. Nachdem die Marmorstücke hierauf abgespült und getrocknet waren, wogen sie 6,937, und hatten also 70 Milligr. verloren.

Als er 73 Grm. Magensaft mit 3,462 Grm. Kalkspath

24 Stunden in Berührung ließ, sah er kleine Gasblasen auf dem Kalkspath. Der Kalkspath wog nach dem Versuch 3,354 und hatte demnach 0,108 verloren. In drei anderen Versuchen verlor Kalkspath in 68 Grm. Magensaft, mit Brod gemengt, in 12 Stunden 71 Milligr.; in 64 Grm. Magensaft, nach dem Genuß von gekochtem Ochsenfleisch, 166 Milligr.; in 60 Grm. Mageninhalt von einem Hund, welchem Schaaffett mit Knorpelknochen als Nahrung gegeben war, 57 Milligr.

Es ist daher durch diesen Versuch von Melsens aufs Neue bestätigt, daß der Magensaft, wenigstens während der Verdauung, eine freie Säure oder ein saures Salz enthält.

Das Resultat aller dieser Untersuchungen zusammen genommen ist: 1) Es scheint nicht immer freie Salzsäure oder eine andere flüchtige Säure im Magen vorzukommen, sondern auch wohl eine nicht flüchtige freie Säure, oder ein festes saures Salz. — Welche Säure dies ist, ist unbekannt; die eine scheint die andere ersetzen zu können.

2) Diese Säure wird aus dem Blut durch eigene Organe in der Schleimhaut des Magens abgeschieden auf eine Weise, die wir noch nicht kennen.

3) Die Abscheidung geschieht, während der Magen gefüllt ist.

4) Zu gleicher Zeit tritt eine kleine Menge von einem in dem Blutserum vorhandenen organischen Stoff, oder von einem Gemenge, in den Magen, einem Stoff, welcher allgemein im Körper gefunden wird, und deßhalb dem Magen nicht eigenthümlich ist, der aber eine Materie oder ein Gemenge ist, welches in so fern mit Diastas aus gekeimter Gerste verglichen werden kann, als es Amylum in Dextrin und Zucker umsetzt.

5) Ob durch denselben Stoff auch Eiweiß aufgelöst wird, oder mehrere Stoffe in dem sogenannten Verdauungsstoff enthalten sind, von denen der eine auf die eine, der andere auf eine andere Art von Nahrungsstoffen einwirkt, der eine in

dieser, er andere in einer andern Art von Thieren gefunden wird, ist noch nicht bewiesen. Eine einzige Verdauungssubstanz für Amylum und Eiweiß, für alles anzunehmen, scheint ungereimt. Im Gegentheil scheint darin bei verschiedenen Thieren eine große Verschiedenheit bestehen zu müssen.

6) Der Speichel scheint vollkommen in demselben Sinn auf die Nahrungsstoffe zu wirken, wie der Magensaft, und unterstützt daher die Wirkung des letzteren.

7) In jedem Fall ist die Verdauung, d. h. gegenwärtig die Auflösung und Umsetzung der Speisen im Magen, eine chemische Erscheinung, welche für Amylum und ihm verwandte Stoffe ganz, für Proteinverbindungen gegenwärtig schon großentheils künstlich nachgeahmt werden kann, und welche unter dieselbe allgemeine Vorstellung fällt, unter welcher wir die Erscheinungen begreifen, die wir gegenwärtig Folgen nennen von Mittheilung chemischer Umsetzung von einer organischen Gruppe an die andere.

So viel auch gegenwärtig noch zu wünschen übrig bleiben mag hinsichtlich der Tiefe unserer Kenntniß des ersten Aktes der Speiseverarbeitung, namentlich der Auflösung der Protein-Verbindungen, und der Umsetzung der in Zucker verwandelbaren in Zucker, so ist doch in dem Blick, den wir auf diese Erscheinung werfen, gegenwärtig eine gewisse Einfachheit entstanden. Es ist die Frage, ob die Wissenschaft es jemals viel weiter bringen wird; denn wer wird uns jemals die Wirkung aufklären, durch welche Schwefelsäure aus Amylum Dextrin bildet? Wer wird uns die Wirkung der Hefe bei der Alkoholgährung jemals ganz deutlich machen, wenn es auch sicher ist, daß diese Wirkung durch Umsetzung eines Stoffs zu Stande kommt, in welche der Zucker einbegriffen wird? Es ist nicht mehr als eine gewisse Klassification unserer Begriffe, keine Aufklärung.

Aber es ist schon viel, daß wir sie unter eine einfache Form bringen können, und in der That, nun wir wissen, daß

es zwei Klassen von Stoffen giebt, auf welche wir vorzüglich unsere Aufmerksamkeit richten müssen: die in Zucker veränderbaren und die Protein-Verbindungen, daß Cellulose, Amylum, Pflanzenschleim, Gummi, Inulin, Flechtenstärke alle in Zucker verwandelt werden, und wir dieß künstlich nachahmen können; daß die Protein-Verbindungen im Magen aufgelöst werden müssen, und die Kunst dies auch in ähnlicher Weise zu Stande bringen kann, mögen wir dies schon viel gefördert nennen.

Ueber die Stoffe der ersten Klasse ist nichts mehr zu sagen: sie werden als Zucker aufgenommen, theils als Dextrin; von denen der letzteren Klasse ist noch das eine und andere nachzutragen.

Alle Protein-Verbindungen, von welcher Art sie auch sind, haben mit dem Protein selbst das Vermögen gemein, mit kleinen Mengen Basen und Säuren sich verbinden zu können. Mit den Säuren und Basen bilden sich theils unlösliche, theils lösliche Verbindungen. Welche Säure nun auch die Ursache der Auflösung der Proteinverbindungen im Magen sein mag: es entsteht eine chemische Verbindung zwischen dieser Säure und dem Eiweiß z. B., oder dem Fibrin, und wenn die Säure Salzsäure ist, so ist die Verbindung innig. Es ist unmöglich, durch bloße Destillation die Salzsäure, die im Magensaft mit einem Speisebrei gemengt vorkommt, zu scheiden; es muß eine stärkere Säure dazu angewandt werden, und thun wir dies, so wird Kochsalz zersetzt und wir sind nicht im Stande, über die Gegenwart oder Abwesenheit der Salzsäure im Speisebrei ein Urtheil zu fällen, weil sie nicht frei, sondern mit den organischen Stoffen verbunden ist.

Dieser Punkt verdient unsere Aufmerksamkeit. Ich habe früher auf Salzsäure- oder Schwefelsäure-Eiweiß aufmerksam gemacht. Ersteres enthält 3,7 Proc. Salzsäure. Es entsteht einfach dadurch, daß man Salzsäure in Eiweiß tropft. Es kann also, ohne daß durch Destillation Salzsäure bemerkbar

sein kann, in bloßem Eiweiß 3,7 Proc. Salzsäure aufgenommen werden bei der Behandlung von Eiweiß mit Salzsäure selbst. Im Magen muß eine ähnliche Verbindung zu Stande kommen, wenn wirklich freie Salzsäure vorhanden ist, und während also freie Salzsäure vorhanden ist, ist es doch unmöglich, sie durch Destillation des Magensafts zu finden.

Dieser Punkt ist noch durch Niemand angemerkt, außer durch Schmidt (Annal. der Chem. und Pharm., März 1847, p. 311).

Daß die Eiweiß-Salzsäureverbindung immer 3,7 Proc. Salzsäure enthält, ist nicht wahrscheinlich, aber es existirt eine solche Verbindung und alle Säuren, von denen bei der Geschichte des Magensafts die Rede sein kann, sind in demselben Fall. Es giebt ein Phosphorsäure- und ein Michsäure-Eiweiß, ein weinsteinsaures, ein essigsaures Casein oder Fibrin &c., und es ist also eher zu verwundern, daß man den Speisebrei sauer, als daß man ihn neutral findet. Was ihn sauer macht, ist der Ueberschuß der im freien Zustande abgeschiedenen Säure, der Ueberschuß, welcher mit Eiweiß, Casein, Fibrin nicht mehr verbunden werden kann.

Es bleibt uns also übrig, solche Stoffe den Versuchen zu unterwerfen, die sich mit den Säuren nicht verbinden können. In dieser Hinsicht sind Bänder und Sehnen für Verdauungsversuche, vorausgesetzt, daß sie nicht zu lange fortgesetzt werden, die geeignetsten Körper; soweit wir gegenwärtig wissen, verbindet sich der leimgebende Stoff nicht mit Säuren. Die Versuche von Lehmann, mit Knochen angestellt, mögen gleichfalls hier unterschieden werden. Und findet dann Lehmann Milchsäure im Magensaft, so ist kein Grund vorhanden, auf diese Milchsäure nicht die Aufmerksamkeit zu richten, selbst wenn sie auch nicht immer hervorgebracht, wenn sie auch nur ein Product ist, welches unter verschiedenen Umständen entsteht.

Wird dann diese Milchsäure in Verbindung mit einer organischen Substanz auflösend auf die Proteinverbindungen, katalysirend

auf die amylumartigen Körper wirken? Kann es nicht saurer phosphorsaurer Kalk sein bei einer anderen Art von Nahrung, oder bei einem andern Thiere?

Ich meine, daß Gründe vorhanden sind, um der Salzsäure immer noch einen ersten Platz einzuräumen. Nicht das Kochsalz, sondern das Chlormagnesium ist von solch losem Zusammenhang, daß es unter den Umständen, in denen der Magensaft sich befindet, Salzsäure geben muß. Chlormagnesium ist ein gewöhnlicher Bestandtheil thierischer Flüssigkeiten, also auch des Magensafts. Chlormagnesium wird bei bloßer Sonnenwärme im Meerwasser in Berührung mit organischen Stoffen zersetzt und giebt freie Salzsäure. Chlormagnesium giebt, unter dem Einfluß von saurem phosphorsauren Kalk, Milchsäure und anderen Säuren, freie Salzsäure von sich, und indem diese freie Salzsäure Eiweiß, Fibrin, Casein findet, wird sie unmittelbar gebunden, und ist durch Destillation nicht wahrnehmbar.

Ich halte es also für bewiesen, daß bei der Verdauung salzsaures Albumin, Fibrin, Casein rc. entstehen müssen, und daß die Salzsäure daher immer zur Speiseverarbeitung beiträgt. Aber ob dies die einzige Säure ist, welche dazu geschickt ist, dies haben die Wahrnehmungen noch nicht entschieden.

Unter die Umstände, welche auf die Verdauung von Einfluß sind, hat man die Bewegung des Magens während der Verdauung und den Einfluß der Nerven aufgenommen. Umstände mögen diese nicht heißen. Jedes Organ im thierischen Organismus befindet sich unter dem unmittelbaren oder mittelbaren Einfluß der Nerven; der Magen ist also sich bewegend und abscheidend, ist wirkendes Organ, unter dem Einfluß der Nerven. Die Nervenwirkung ist daher kein Umstand, unter welchem die Verdauung geschieht, aber eine Bedingung zur Verdauung. Soll die Verdauung eine chemische Wirkung werden, so muß der Magen sich bewegen, um Inhalt und abgeschiedene Stoffe gleichmäßig zu

mengen, die Berührungspunkte zu vermehren, muß er auch Magensaft abscheiden, wodurch gerade chemische Wirkung zu Stande kommt. Diesen Nerveneinfluß stelle man daher nicht neben den Magensaft oder die Bewegnng des Magens, sondern halte ihn für eine Bedingung von beiden.

Was darauf Bezug hat, gehört nicht zu unserer Aufgabe, eben so all' dasjenige nicht, was Ruhe oder Bewegung, Schlafen oder Wachen oder andere Einflüsse betrifft, die alle die Wirksamkeit des Magens und des übrigen Darmkanals modificiren können, dadurch, daß sie die uns unbekannte Nervenwirkung abändern.

### Atmosphärische Luft mit den Speisen in den Magen geführt.

Während des Kauens und des Verschluckens von Speisen und Getränken wird eine gewisse Menge atmosphärischer Luft in den Magen geführt. Der Speichel ist eine schäumende, d. h. eine mit vielen Luftbläschen gemengte Flüssigkeitsmasse; während des Kauens, vorzüglich bei wiederkäuenden Thieren wird stets Luft mit den Speisen gemengt, so daß diese damit gesättigt werden. Ihre Menge ist sicher nicht groß, und die Behauptung von Liebig gewiß unrichtig, daß, wenn der Sauerstoff bei der Verdauung verbraucht wäre, der Stickstoff durch die Magenwände und das Diaphragma diffundirt würde. Wer so etwas behauptet, kennt die Erscheinung der Diffusion nicht im Mindesten; denn diffundiren bedeutet, ebenso wie endosmosiren, wechseln. Was wechselt denn mit dem Stickstoff?

Man kennt den Einfluß dieser atmosphärischen Luft gegenwärtig noch bei Weitem nicht so, wie man es wünschen muß, und eigentlich weiß man bloß eine Klasse von Körpern anzuführen, auf welche die Luft, und namentlich der Sauerstoff derselben, von Einfluß sein könnte; hinsichtlich aller übrigen

befinden wir uns noch im Dunkeln. Es ist nämlich bekannt, daß einige Proteinverbindungen begierig Sauerstoff verschlucken, daß Fibrin einen größeren Sauerstoffgehalt besitzt, wie Albumin, aber es ist nicht sehr wahrscheinlich, daß zu einer Umsetzung von Albumin in Fibrin die kleine Menge Sauerstoff verbraucht wird, die im Magen vorkommt, da beim Athemholen solch eine überflüssige Gelegenheit zur Oxydation von Albumin vorhanden ist. Auf die Umwandlung von Amylum in Dextrin und Zucker, auf die Umwandlung von Pflanzenschleim 2c. kann der Sauerstoff von keinem Einfluß sein.

Was uns also übrig bleibt, ist eine Einwirkung des Sauerstoffs auf Stoffe des Speichels oder des Magensafts selbst, wodurch sie in Wirksamkeit treten, so wie die Hefe Sauerstoff nöthig hat, um die Gährung beginnen zu lassen und zu unterhalten, um dadurch in den Zustand chemischer Umsetzung zu gerathen, und hierzu nur wenig Sauerstoff nöthig hat. Eben so können die Stoffe, die man unter dem Namen Pepsin begriffen hat, Sauerstoff nöthig haben, um in Wirksamkeit zu treten und durch diese Wirksamkeit auf die Speisen von Einfluß zu sein.

Aber erklärt ist dieser Einfluß der Luft nicht; ich meine sogar, daß wir keinen Grund haben, diesen Einfluß auf die Veränderung der Speisen selbst für wahrscheinlich zu halten.

Chevreul hat die Gase untersucht, die im Magen eines zu Tode Gebrachten gefunden wurden. Sie bestanden aus 11,00 Sauerstoff, 14,00 Kohlensäure, 71,45 Stickstoff und 3,35 Wasserstoff. Die Menge Stickstoff in dieser Luft ist geringer wie in gewöhnlicher Luft. Daraus mag man indeß nicht schließen, daß der Stickstoff aufgenommen oder eine Verbindung eingegangen ist, denn er kann auch zum Theil im Speisebrei aufgelöst, und dadurch seiner Menge nach vermindert sein. Aber sicher ist, daß die Kohlensäure ein Zersetzungsproduct der verzehrten Stoffe, oder von organischen Stoffen des Magens selbst ist. Sie kann aus Zucker, welcher

in Buttersäure überging (Pelouze und Gélis) oder durch eine ähnliche Umsetzung entstanden sein. Die Entwickelung von Wasserstoffgas ist nicht erklärt, sie scheint aber in keinem Fall von Veränderung, welche die Speisen erlitten haben, sondern von Veränderung von zum Magen selbst gehörenden Stoffen abgeleitet werden zu müssen.

Daß der Sauerstoff in einem andern Verhältniß verschwunden ist, wie der Stickstoff, lehrt uns, daß er wirklich chemisch gebunden wurde; er wird zur Bildung der Kohlensäure beigetragen haben, aber wir wissen wiederum nicht, was hiervon geworden ist.

Das Gas, welches man in den dicken Därmen findet, ist von dem, welches im Magen gefunden wird, in den betreffenden Bestandtheilen und auch noch durch zwei Beimengungen verschieden, nämlich durch Kohlen- und Schwefelwasserstoff.

Nach Chevreul ist kein Sauerstoff mehr darin vorhanden, und da wahres $H_2S$ und $CH_4$ entwickelt und gefunden ist, ist auch wohl keiner mehr zu erwarten. Es ist ein veränderliches Gemenge von Kohlensäure, Stickstoff, Wasserstoff, Schwefel- und Kohlenwasserstoffgas. Der Stickstoff gehört zur atmosphärischen Luft, durch den Mund eingeführt; die Kohlensäure ist unter dem Einfluß des Sauerstoffs der Luft aus Bestandtheilen des Inhalts entstanden; und unter desoxydirenden Einflüssen sind Sulphate zersetzt worden, so wie in stillstehenden Wässern, und haben mit Wasser $H_2S$ und organische Stoffe, $CH_4$ und $CO_2$, nach Pflüger auch CO geliefert. Dies alles lehrt uns wichtige Umsetzungen der Stoffe im Darmkanal kennen, aber Umsetzungen, von denen die Wissenschaft noch keine Rechenschaft geben kann.

## Pancreas und die durch diese Drüse abgeschiedene Flüssigkeit.

Ein drüsenartiger Körper, unter und hinter dem Magen gelegen, sondert eine Flüssigkeit ab, welche für die Speiseverarbeitung von großem Einfluß sein muß, obschon dieser Einfluß noch nicht gut bekannt ist. Das Product dieser Drüse ist wie das der Speicheldrüsen, und man hat dem zu Folge die Pancreasflüssigkeit auch Bauchspeichel genannt. Es werden nur kleine Mengen dieser Pancreasflüssigkeit in den Darmkanal ergossen: nach Versuchen von Tiedemann und Gmelin*) in 4 — 5 oder 6 — 7 Secunden bei einem Hund ein Tropfen.

Es verdient sehr die Aufmerksamkeit, daß diese Pancreasflüssigkeit entweder gemeinschaftlich mit oder in der Nähe der Galle in den Darmkanal gebracht wird. Ihr Einfluß muß daher als ein gemeinschaftlicher mit dem der Galle betrachtet werden.

Die Pancreasflüssigkeit eines Hundes wurde von Tiedemann und Gmelin untersucht. Sie fanden sie sauer, aber während des Aufsammelns sahen sie sie alkalisch werden; eine Veränderung, die schwer zu erklären ist. Sie gerann beim Erwärmen und enthielt also viel Albumin, wodurch sie vom Speichel verschieden ist, der nur Spuren von Albumin enthält (p. 948). Mit Blutserum kommt sie im Gehalt an festen Stoffen überein, sie enthält nämlich 8,72 Proc. Sie ist daher als eine ziemlich concentrirte Flüssigkeit anzusehen.

Außer den gewöhnlichen thierischen Salzen fanden Tiedemann und Gmelin darin einen Stoff, der in Alkohol löslich war und durch Chlor roth, nach einigen Stunden violett gefärbt wurde. Alkohol löste ferner Fleischextract, Koch-

*) Die Verdauung, Bd. 1, S. 29 u. f., 2. Ausg.

salz und andere Stoffe auf. Mit Wasser zogen sie eine Substanz aus, die nach dem Verdampfen eine Haut an der Oberfläche bildete, und die sie für Käsestoff hielten. Sie wurde durch Säuren und durch Sublimat niedergeschlagen.

Sie fanden in 100 Th.:

| | |
|---|---|
| In Alkohol lösliche Stoffe . . . . . | 3,86 |
| In Wasser lösliche Stoffe . . . . . | 1,53 |
| Eiweiß . . . . . . . . . . | 3,55 |
| Wasser . . . . . . . . . . | 91,72 |
| | 100,66 |

Die Pancreasflüssigkeit eines Schaafes gab:

| | |
|---|---|
| In Alkohol lösliche Stoffe . . . . . | 1,51 |
| In Wasser lösliche Stoffe . . . . . | 0,28 |
| Eiweiß . . . . . . . . . . | 2,24 |
| Wasser . . . . . . . . . . | 96,35 |
| | 100,38 |

Aus dieser Zusammensetzung läßt sich über den Dienst der Pancreasflüssigkeit nichts entnehmen, aber der große Gehalt an Eiweiß verdient doch sehr unsere Aufmerksamkeit. Dieses Eiweiß, welches in der Nahrung so sehr gesucht wird, kommt hier natürlich nur aus dem Blut, um bald dahin wieder zurückzukehren. Ob es dabei einen Dienst erfüllt, ob es deßhalb in großer Menge herbeigeführt wird, daß von andern Blutbestandtheilen so viel in die Pancreas durchgelassen wird, daß damit viel Eiweißstoff austreten muß, ist unbekannt.

Ich habe keine Erfahrung über die Pancreas-Flüssigkeit und verweise daher auf das, was Andere darüber angegeben haben.

## Leber.

Ein großes Organ wird in dem obersten Theil der Bauchhöhle gefunden, welches auf den Stoffwechsel des thierischen Organismus einen wichtigen Einfluß ausübt und auf

die Verdauung nicht minder vermögend einwirkt. Es empfängt, außer dem Blut, wodurch das Organ selbst genährt wird, Blut von einer Ader, der Pfortader, und ist dadurch von allen andern abscheidenden Organen verschieden.

Obschon die chemische Zusammensetzung von Organen nur dann einiges Licht verbreiten kann, wenn der feinere Bau derselben in Betracht gezogen und durch Ragentien, unter dem Mikroskop angewendet, die Natur der zusammensetzenden Stoffe aufgespürt wird, so will ich doch von der Zusammensetzung der Leber mittheilen, daß, nach einer Analyse von Braconnot darin vorkommen:

| | |
|---|---|
| Im Wasser unauflösliche Theile, worunter Gefäßhäute, Nerven, Bindegewebe rc. | 18,94 |
| Im Wasser auflösliche Stoffe, zum großen Theil aus coagulirbarem Eiweiß bestehend . . . . . . . . | 25,56 |
| Wasser . . . . . . . . . . . | 55,50 |
| | 100,00 |

Eine bemerkenswerthe Zusammensetzung, worin der Eiweißstoff in Wasser auflöslich vorkommt und doch Form annimmt.

Uebrigens meine ich, daß weder die Analyse von Braconnot, noch die von Frommherz und Gugert für die Wissenschaft einigen Werth besitzt, und wäre es auch nur deshalb, weil die Bestandtheile der eingemengten Galle von denen der Leber nicht zu unterscheiden sind.

## Galle.

Keine Flüssigkeit des thierischen Organismus ist so viel besprochen worden, wie die Galle. Berzelius, Thenard, Gmelin u. A. sahen darin ehedem ein Natronsalz einer eigenthümlichen Substanz, die unter verschiedenen Namen in die Wissenschaft aufgenommen wurde. Sie fanden andere

organische Körper damit gemengt, die sie jedoch nicht als Hauptbestandtheile der Galle erkannten. Einige Jahre später stellte Berzelius eine neue und ausführliche Untersuchung mit der Galle an, deren Resultate durch spätere Untersuchungen wieder ganz verworfen wurden. Und doch hat die Erfahrung gelehrt, daß Berzelius in dieser Arbeit ein solches Muster von chemischer Untersuchung geliefert hat, daß ein Anderer alles vollkommen wahr und richtig findet, was er von der Galle aufgezeichnet hat, wenn er seiner Arbeit ohne Vorurtheil folgt.

Um diesen Gegenstand kurz zu behandeln, will ich hier anführen, was ich selbst an der Ochsengalle gesehen habe und verweise den Leser auf die verschiedenen Quellen, wo dieser Gegenstand von Anderen behandelt ist*)

In der Galle können einige Stoffe als beständig vorkommende (bykomende) andere als wechselnde, ein einziger als Hauptstoff der Flüssigkeit angesehen werden.

Die beständig vorkommenden sind Chlormetalle (in dem Kabeljau 2c. Jodmetalle), schwefelsaure, phosphorsaure, kohlensaure Salze von Natron und anderen alkalischen Basen; Fette, worunter vorzüglich Cholesterin und nach der Art des Thiers verschiedene verseifbare Fette, wie Stearin, Margarin, Elain 2c., Seifen von fetten Säuren: Stearinsäure, Margarinsäure, Elainsäure 2c. Die Art dieser Säuren und neutralen Fette wird sich, wenn wir mehr Sorten von Galle von verschiedenen Thieren kennen gelernt haben, wahrscheinlich als sehr verschieden zeigen. Zwei gefärbte Körper in Ochsengalle, Biliverdin und Bilifulvin, Fleischertract und andere kleine Beimengungen, wegen

*) Berzelius Lehrbuch, Art. Galle — Jahresbericht, Bd. 22. S 556, 50. Ann. der Ch. und Pharm., Juli 1842 S. 1. — Liebig in Ann. der Ch. und Pharm. Oct. 1843, S. 79. — Journ. de Pharm. et de Ch., Tom 4, p. 259. — Theyer und Schlosser in Ann. der Ch. und Pharm., Mai 1844 S. 235. — Platner, ibid. Juli 1844, S. 106. Platner, Natur und Nutzen der Galle, Heidelberg 1845. — Gorup-Besanez, Untersuchungen über Galle, Erlangen 1846.

deren Besonderheiten ich auf das Lehrbuch von Berzelius verweise.

Die wechselnden Stoffe, deren Menge sehr verschieden sein kann, sind: harzartige stickstofffreie Körper in Verbindung mit Natron und Ammoniak, und mit denselben auflösliche Salze bildende, weiße, pulverförmige, in der Wärme schmelzbare, in Wasser ziemlich unlösliche, in Alkohol sehr auflösliche Stoffe, Fellinsäure und Cholinsäure genannt; Taurin, ein schwefelhaltiger, in Wasser löslicher, in Alkohol unlöslicher krystallisirbarer Körper.

Der Hauptstoff ist ein einziger: eine extractartige, äußerst leicht veränderliche, süß- bitter schmeckende, in Alkohol und in Wasser lösliche, in Aether unlösliche Substanz, die CHNOS enthält und als die Muttersubstanz der letztgenannten wechselnden Bestandtheile anzusehen ist; sie wurde von Berzelius Bilin genannt. In ihrer Entdeckung liegt das Schöne der Gallen-Analyse von Berzelius aufgeschlossen; in der Entwerfung ihres Characters ist das Wesen der Galle chemisch und physiologisch ans Licht gebracht.

Es ist das Bilin, welches durch die Leber abgeschieden wird und in frischer Galle den größten Theil der Masse ausmacht; aber da es sich sehr schnell verändert, findet man in der Galle in der Gallenblase, die darin stets kürzer oder länger verweilt hat, nicht bloß Bilin, sondern dieses mit seinen schon gebildeten Zersetzungsproducten theils verbunden, theils gemengt. Die Zersetzungsproducte sind Fellinsäure, Cholinsäure, Ammoniak und Taurin, und, so weit man es weiß, keine anderen Stoffe. Die Umwandlung des Bilins in die genannten Stoffe geht stets fort, im Darmkanal, in der Gallenblase, und außerhalb derselben, mit oder ohne Berührung mit Luft, bei höheren oder niederen Temperaturen, vorzüglich durch starkes Trocknen der Galle, oder unter dem Einfluß von Säuren und Erwärmung. Immer sind seine Zersetzungsproducte Ammoniak, Taurin und die zwei harzartigen

Stoffe oder vier andere, die zu den zwei genannten in einer einfachen Beziehung stehen, in einer solchen, daß sie bloß durch die Bestandtheile des Wassers davon verschieden sind; sie sind Dyslysin, Fellansäure, Cholansäure und Cholsäure. Die zwei erstgenannten harzartigen Säuren, Fellinsäure und Cholinsäure, sind unter sich auch bloß durch die Elemente von Wasser verschieden.

Daß in frischer Galle gewöhnlich ein Gemenge von Fellin- und Cholinsäure in Verbindung mit Bilin vorkommt, hat Anlaß gegeben, alles für einen Körper zu halten, welchem man den Namen Choleinsäure gegeben hat. Diese ist indeß, von Fetten und andern fremden Beimengungen befreit, in drei Stoffe zu scheiden, in Bilin, Fellinsäure und Cholinsäure. Die Scheidungsmittel, welche dazu dienen, sind nicht im Stande, eine Metamorphose der ursprünglichen Substanz zu veranlassen; das Bilin seinerseits kann durch Scheidungsmittel, welche wohl Metamorphose hervorbringen, zersetzt werden in eine neue Menge Fellin- und Cholinsäure, und in Ammoniak und Taurin — z. B. durch Kochen des Bilins mit starker Salzsäure — und an der Zusammengesetztheit der sogenannten Choleinsäure ist daher nicht mehr zu zweifeln.

Die sogenannte Choleinsäure ist ein veränderliches Gemenge von zwei Verbindungen von Bilin mit den genannten Säuren, Bilifellinsäure und Bilicholinsäure genannt.

Der Beweiß des Gesagten läßt sich auf folgende Weise geben. Man mischt frische Galle, unmittelbar und noch warm aus der Gallenblase einer Kuh genommen, mit Alkohol, sondert den Schleim durch Filtration ab, und fügt in Alkohol aufgelöstes essigsaures Bleioxyd hinzu. Es entsteht ein Niederschlag von schwefelsaurem, phosphorsaurem, kohlensaurem Bleioxyd, von Chlorblei, stearinsaurem, margarinsaurem, elainsaurem Bleioxyd, von einer Verbindung von Gallengrün mit Bleioxyd. Den Niederschlag filtrirt man ab und setzt zur Flüssigkeit etwas Wasser, wodurch noch eine Portion fettsaurer

Bleisalze niedergeschlagen wird, die man ebenfalls durch ein Filter entfernt. Setzt man dann zur durchgelaufenen Flüssigkeit Bleiessig im Ueberschuß und viel Wasser, so schlägt sich ein klebriges Bleisalz nieder, welches aus fellin-, cholin-, bilifellin- und bilicholinsaurem Bleioxyd besteht; man sondert es ab; die durchgelaufene Flüssigkeit, die wasserhell ist, zersetzt man durch Schwefelwasserstoff und filtrirt das Schwefelblei ab. Die Flüssigkeit, die durch Bleiessig nicht mehr gefällt wird, — und die freies Bilin, von aller Fellin- und Cholinsäure befreit, enthält — giebt nun, nach dem Verdampfen in der Wärme, mit Bleiessig wieder einen Niederschlag; das Bilin wurde während des Verdampfens metamorphosirt, und der Niederschlag ist wieder bilifellin- und bilicholinsaures Bleioxyd. Entfernt man den Niederschlag, und leitet man wieder Schwefelwasserstoff durch die Flüssigkeit und scheidet das Schwefelblei ab, so erhält man eine Flüssigkeit, die nach dem Verdampfen mit Bleiessig wieder einen Niederschlag giebt, die Folge einer abermaligen Metamorphose des Bilins.

In der Unmöglichkeit, hieraus reines Bilin zu erhalten, dampft man die vom Schwefelblei befreite Flüssigkeit zur Trockne ab. Sie enthält Ammoniak, wovon jedoch während des Verdampfens ein Theil in Verbindung mit Essigsäure verdampft, Taurin, essigsaures Natron in großer Menge, etwas Fellinsäure, Cholinsäure, viel Bilin und dunkel färbende Körper in Mengen, die im Stande sind, den Rückstand gelblich, selbst bräunlich zu machen, die aber bis jetzt auf keine Weise vollkommen zu scheiden waren; wahrscheinlich ist darunter das B i l i f u l v i n.

Wird die trockne Masse mit absolutem Alkohol behandelt, so bleibt Taurin ungelöst. Aus der alkoholischen Lösung scheidet man das Natron durch Schwefelsäure ab, durch essigsaures Bleioxyd die überschüssige Schwefelsäure, dann durch Schwefelwasserstoff das Blei. Wird die filtrirte Flüssigkeit nun abgedampft, so hat man eine durch Bleiessig kaum (wegen

Spuren von Fellinsäure und Cholinsäure) noch fällbare Substanz, welche durch Salzsäure und Wärme zersetzt werden kann in Taurin, Salmiak, Fellinsäure, Cholinsäure und Dyslysin, drei Producte, die in verschiedenem Maaße entstehen, je nachdem die Wirkung fordauert; das Bilin ist dann ganz verschwunden, und hat einen, zwei oder drei harzartige Stoffe, und überdies Taurin und Ammoniak geliefert.

Der pflasterartige Niederschlag durch Bleiessig, wovon oben die Rede war, und welcher fellinsaures, cholinsaures, bilifellin- und bilicholinsaures Bleioxyd enthält, wird auf folgende Weise analysirt. Man knetet ihn mit Wasser gut aus, um alles anhängende Bilin und Taurin zu entfernen, und zieht ihn dann mit Alkohol aus. Dieser löst einen Theil nicht auf, welcher, außer kohlensaurem, cholinsaures Bleioxyd enthält. Wird die Lösung abgedampft, der Rückstand wieder mit Wasser vermischt, und einige Stunden mit einem Ueberschuß von Bleioxyd digerirt, so findet man in der Flüssigkeit Bilin, welches, wenn man die Flüssigkeit mit Schwefelwasserstoff behandelt, filtrirt und verdampft, mit denselben Eigenschaften erhalten wird, wie dasjenige, was durch Bleiessig und Galle nicht praecipitirbar war; es wird, nach der Abscheidung, auch jetzt dadurch nicht, oder kaum merklich, niedergeschlagen, und giebt bei der Zersetzung durch Salzsäure wieder Taurin, Ammoniak und Fellinsäure, Cholinsäure oder Dyslysin, je nachdem die Einwirkung kürzere oder längere Zeit fortgesetzt wird.

Wird die vom Wasser nicht gelöste, einen Ueberschuß von Bleioxyd enthaltende Masse in Alkohol vertheilt, mit Schwefelwasserstoff behandelt, filtrirt und abgedampft, so erhält man eine Masse, von welcher ein Theil sich in Barytwasser auflöst, ein anderer nicht. Der letztere enthält Fellinsäure und etwas Cholinsäure. Das im Barytwasser Auflösliche ist Fellinsäure mit weniger Bilin, wie in dem ursprünglichen pflasterartigen Niederschlag enthalten war.

Dadurch ist denn die Existenz einer indifferenten, mit Basen nicht verbindbaren Materie in der Galle, des Bilins, bewiesen; dadurch ist zugleich festgestellt — da die letzten Zersetzungsproducte des Bilins Taurin, Ammoniak, Fellinsäure, Cholinsäure (und Dyslysin) sind — daß diese schon in frischer Galle vorhandenen vier Körper aus keiner andern Quelle abgeleitet zu werden brauchen, wie aus dem Bilin, welches so leicht darin umgesetzt wird unter dem Einfluß von Selbstzersetzung bei gewöhnlicher Temperatur, unter dem von Säuren und Wärme, und selbst beim bloßen Trocknen des Bilins bei 100°.

Zur Zusammensetzung des Bilins aufzusteigen, ist unmöglich, weil es sich stets metamorphosirt, und darum ist es auch unmöglich, mit Sicherheit zur Zusammensetzung der Bilifellin- und Bilicholinsäure zu gelangen. Im Minimum Bilin enthaltend, bekommt man gleichwohl ein Gemenge, welches annäherungsweise einige Vorstellung von der Zusammensetzung des Bilins giebt; aber die sogenannte Choleinsäure, welche ein Gemenge von Fellinsäure, Cholinsäure, Bilifellin- und Bilicholinsäure im Maximum von Bilin ist, muß ihrer Natur nach den Untersuchern sehr verschiedene Resultate darbieten.

Wird Galle einige Wochen aufbewahrt, so wird das Bilin ganz metamorphosirt, und die Fellin- und Cholinsäure, welche mit Ammoniak und Taurin dabei entstehen, in zwei andere harzartige Säuren verwandelt, die die Stelle der zwei genannten einnehmen, sie sind Fellan- und Cholansäure.

Läßt man Galle ganz verfaulen, so verschwinden auch diese zwei letzten, und an ihre Stelle tritt eine krystallinische Säure, welche Cholsäure genannt wird und die auch zu entstehen scheint, wenn Bilifellinsäure mit Kali gekocht wird.

Nach den analytischen Resultaten über diese Körper zu urtheilen, wobei jedoch eine richtige Aequivalentbestimmung bei

einigen fehlt, kann man ihnen die folgenden Formeln beilegen

Dyslysin = $C_{50}\ H_{72}\ O_6$

Es ist das letzte Zersetzungsproduct des Bilins (unter Bildung von Ammoniak und Taurin) bei Behandlung desselben mit Salzsäure, ist unlöslich in Alkohol, löslich in Aether*).

Cholinsäure = $C_{50}\ H_{76}\ O_8 + RO$.

Vorletztes Zersetzungsproduct des Bilins durch Salzsäure; bildet in Alkohol und in Wasser unlösliche Blei- und Barytsalze.**)

Fellinsäure = $C_{50}\ H_{80}\ O_{10} + RO$.

Erstes Zersetzungsproduct des Bilins durch Salzsäure und der Galle durch Selbstzerlegung; kommt immer mit Cholinsäure vermengt vor in frischer Galle; bildet in Alkohol lösliche

---

*) Dyslysin aus Galle, welche durch Thierkohle entfärbt und durch Salzsäure zersetzt wurde (I); aus Bilin, durch Salzsäure zersetzt (II):

C = 75,12

| | I. | | II. | At. | ber. |
|---|---|---|---|---|---|
| C | 77,12 | 77,14 | 77,10 | 100 | 77,26 |
| H | 9,56 | 9,22 | 9,22 | 146 | 9,37 |
| O | 13,32 | 13,64 | 13,68 | 13 | 13,37 |

Diese Proben waren in Alkohol unlöslich. Ein aus kochendem Alkohol abgeschiedenes Dyslysin aus mit thierischer Kohle entfärbter Galle, durch Salzsäure zersetzt, dargestellt, gab (I), ein solches durch Zersetzung von Fellansäure mit Salzsäure dargestelltes gab (II);

C = 75,12.

| | | | At. | ber. |
|---|---|---|---|---|
| C | 76,68 | 76,38 | 100 | 76,38 |
| H | 9,76 | 9,34 | 148 | 9,39 |
| O | 13,56 | 14,28 | 14 | 14,23 |

Diese Formeln stellen vor: $C_{50}\ H_{72}\ O_6 + \frac{1}{2}\ H_2O$

$C_{50}\ H_{72}\ O_6 + H_2O$.

Es giebt ein Dyslysin, welches in Aether unlöslich ist, eben so wie in Alkohol; seine Zusammensetzung ist wahrscheinlich:

$C_{50}\ H_{72}\ O_6$,

und das erstgenannte eine Verbindung des wasserfreien mit dem ersten Hydrat (Scheik. Ond., Deel IV.)

**) Von der Cholinsäure ist es bis jetzt unmöglich gewesen, mit Genauigkeit das Atomgewicht zu bestimmen. In einem sauren Barytsalz von durch Salzsäure bereiteter Cholinsäure war die Zusammensetzung der Säure:

C = 75,12.

| | gef. | At. | ber. |
|---|---|---|---|
| C | 73,89 | 100 | 73,84 |
| H | 9,88 | 154 | 9,45 |
| O | 16,23 | 17 | 16,71 |

Die Formel, welche bloß als Resultat der Analyse betrachtet werden muß, stellt vor $C_{50}\ H_{76}\ O_8$ für die wasserfreie Cholinsäure (ibid.).

**Blei- und Barytsalze, in Wasser unlösliche. Cholinsäure und Fellinsäure bilden mit Bilin gern gepaarte Säuren*).**

---

*) Die Fellinsäure, durch Salzsäure bereitet, gab in:

| | einem sauren Salz: | | | einem neutralen Salz von Baryt: | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $C = 75,12$. | gef. | At. | ber. | gef. | At. | ber. |
| | C — 70,73 | — 100 | — 70,71 | C — 71,96 | — 50 | — 71,48 |
| | H — 9,78 | — 162 | — 9,52 | H — 9,60 | — 80 | — 9,50 |
| | O — 19,49 | — 21 | — 19,77 | O — 18,44 | — 10 | — 19,02 |

Fellinsäure aus frischer Galle selbst abgesondert, theils durch einfache Erwärmung aus dem Bilin gebildet, und theils schon in frischer Galle vorhanden, gab in einem beinahe neutralen Bleisalz:

$C = 75,12$.

C 71,80
H 9,80
O 18,40

Auch bei Fellinsäure ist es schwer, gut gebildete Salze zu bekommen; die genannten Barytverbindungen gaben 8,2 und 16,5 Proc. BaO; welches nahe kommt der Formel $C_{50} H_{80} O_{10} + H_2 O$ für das Bifellinat und $C_{50} H_{80} O_{10}$ für das neutrale Salz.

Auch eine reine Fellinsäure ist sehr schwer zu bereiten; sie enthält entweder Bilin- oder Cholinsäure

Gemenge von Fellin- und Cholinsäure, aus der frischen Galle abgesetzt, gaben (I); aus durch thierische Kohle entfärbter Galle, mit Aether ausgezogen und mit Salzsäure zersetzt (II); hieraus die Säure frei gemacht (III);

$C = 75,12$.

| | I. | | II. | | III. |
|---|---|---|---|---|---|
| | In einem sauren Barytsalz | Beinahe neutrales Barytsalz | Neutrales Barytsalz | Basisches Salz | |
| C | 72,81 | 72,41 | 72,79 | 72,63 | 72,10 |
| H | 10,20 | 10,07 | 9,97 | 9,96 | 9,68 |
| O | 16,99 | 17,52 | 17,24 | 17,41 | 18,82 |

Dieses Gemenge scheint, nach den Resultaten der Analysen von Stoffen sehr verschiedenen Ursprungs, sehr constant zu sein. (Scheik. Ond. Deel IV.)

Indem Galle einige Stunden mit verdünnter Schwefelsäure gekocht, der braune Stoff mit Wasser ausgespült, mit Alkohol behandelt, die Tinctur durch thierische Kohle entfärbt, essigsaures Bleioxyd zugesetzt, und Wasser hinzugefügt wurde, entstand ein Bleisalz, welches 15,26 Proc. Bleioxyd gab, und für die organische Materie:

C — 72,64
H — 9,53
O — 17,73

Dies ist wiederum die Zusammensetzung des Gemenges von Fellin- und Cholinsäure. Es scheint also, daß sie nach Aequivalenten sich mit einander verbinden können und verbunden bleiben.

| | At. | ber. |
|---|---|---|
| C | — 100 | — 73,04 |
| H | — 156 | — 9,46 |
| O | — 18 | — 17,50. |

Aber es ist weit davon, daß man bei der Bereitung dieser Stoffe immer eine solche Verbindung bekäme; mehrentheils ist es ein Gemenge in ungleichem Verhältniß der zwei Säuren, und auch hier hatten wir wieder kein Bleisalz, welches eine Menge Basis enthielte, woraus mit einigem Grund das Atomgewicht der Cholinsäure abgeleitet werden könnte.

Fellansäure $= C_{50}\ H_{78}\ O_9 + RO$

kommt in alter Galle vor, ist eben so wie die zwei letzten im Wasser wenig, in Alkohol leicht löslich, bildet mit Baryt ein im Alkohol und im Wasser leicht auflösliches Salz*).

---

Es ist dies Gemenge von Fellin- und Cholinsäure, welches Choloidinsäure genannt wurde, und welches Demarçay fast von derselben Zusammensetzung erhielt. Daß es ein Gemenge ist, geht daraus hervor, daß man ein im Wasser auflösliches und ein unlösliches Ammoniaksalz, und ein in Alkohol lösliches und ein unlösliches Blei- und Barytsalz daraus machen kann, die alle unter Umständen entstehen, wo sie neutral werden können. Demarçay fand für dieses Gemenge:

C = 76,437.

C — 73,52 — 73,30
H — 9,58 — 9,51
O — 16,90 — 17,19

Theyer und Schlosser scheinen durch Oxalsäure aus Galle vorzüglich Fellinsäure bereitet zu haben:

C = 76,437.

C — 72,23 — 72,48 — 71,99
H — 10,10 — 9,02 — 9,30
O — 17,67 — 18,50 — 18,71.

*) Die Fellansäure giebt im freien Zustande:

| C = 75,12. | gef. | At. | ber. |
|---|---|---|---|
| C | 70,74 — 71,28 | 50 | 71,48 |
| H | 9,90 — 9,85 | 80 | 9,50 |
| O | 19,36 — 18,87 | 10 | 19,02 |

In einem Silbersalz, welches 8,16 Proc. AgO enthielt:

| C = 75,12. | gef. | At. | ber. |
|---|---|---|---|
| C | 72,21 | 150 | 71,98 |
| H | 9,81 | 238 | 9,50 |
| O | 17,98 | 29 | 18,52. |

Nach der Formel hätte man 8,48 AgO erhalten müssen. Ein saures Barytsalz gab 8 Proc. BaO; die Formel verlangt 8,4 Proc.

C = 75,12.

C 71,90 — 100 — 72,24
H 9,63 — 158 — 9,48
O 18,47 — 19 — 18,28

Die wasserfreie Fellansäure ist also $C_{50}\ H_{78}\ O_9$ (Scheik. Onderz., Deel IV.) Gorup-Besanez fand in der freien Fellansäure:

C = 75.

C 72,51 — 72, 97
H 9,78 — 9,86
O 17,71 — 17,17.

Eine Säure von dieser Zusammensetzung erhielt ich durch Kochen der Fellansäure mit Kali; sie bildete indeß nachher kein auflösliches Barytsalz mehr; vielleicht war sie dadurch Cholansäure geworden, nämlich:

C = 75,12.

C 72,17 — 71,92
H 9,86 — 9,84
O 17,97 — 18,24.

(Scheik. Onderz., D. IV.).

Cholansäure, unbekannt hinsichtlich der Zusammensetzung. Weiß, kann zu Pulver zerrieben werden, so wie alle vier vorhergehende; sehr wenig im Wasser, leicht in Alkohol löslich, bildet mit Baryt ein im Wasser und in Alkohol unauflösliches Salz.

Cholsäure = $C_{50}\ H_{82}\ O_{11}$ (?).

Krystallinisch, aus ihren alkalischen Verbindungen krystallinisch fällbar, bildet mit vielen Basen krystallisirbare Verbindungen*)

Aus diesen Kennzeichen, die blos deshalb aufgenommen sind, um den Unterschied auszudrücken, und die bei Berzelius (u. a. A.) näher verglichen werden können, folgt ein gewisser Verband zwischen den meisten dieser Stoffe. Ihre Zusammensetzung läßt sich, von Dyslysin ausgehend, wie folgt, herleiten:

| | |
|---|---|
| Dyslysin . . . . . . | $C_{50}\ H_{72}\ O_6$ |
| Desgl. aus Alkohol abgesetzt | $C_{50}\ H_{72}\ O_6 + H_2O$ |
| Cholinsäure . . . . . . | $C_{50}\ H_{72}\ O_6 + 2H_2O$ |
| Fellansäure . . . . . . | $C_{50}\ H_{72}\ O_6 + 3H_2O$ |
| Fellinsäure . . . . . . | $C_{50}\ H_{72}\ O_6 + 4H_2O$ |
| Cholsäure . . . . . . | $C_{50}\ H_{72}\ O_6 + 5H_2O$ (?) |

Vor Allen haben wir also einen Ausdruck in den Elementen von Dyslysin und denen von Wasser, und ihre leichte

*) Die Cholsäure aus verfaulter Galle dargestellt, fand Gorup-Besanez bestehend aus:

C = 75.

| | | | At. | ber. |
|---|---|---|---|---|
| C | 69,34 | 69,59 | 100 | 69,25 |
| H | 9,98 | 10,08 | 166 | 9,55 |
| O | 20,68 | 20,33 | 23 | 21,20. |

In wiefern die Berechnung, welche ich hier hinzugefügt habe, gut ist, muß eine nähere Untersuchung lehren. Sie drückt aus:

$$2\ (C_{50}\ H_{72}\ O_6) + 11\ H_2\ O.$$

Wahrscheinlich ist die Säure in den Salzen = $C_{50}\ H_{80}\ O_{10}$.

Das Resultat von Theyer und Schlosser von Cholsäure, welche durch Kochen der Galle mit Kali erhalten wurde, kommt mit dem von Gorup-Besanez vollkommen überein:

C = 76,437

| | | |
|---|---|---|
| C | 70,10 | 70,07 |
| H | 9,79 | 9,85 |
| O | 20,11 | 20,8. |

Verwandlung in einander ist dadurch angedeutet. Die Cholsäure, Cholansäure, Fellansäure, Fellinsäure, Cholinsäure können sämmtlich Dyslysin hervorbringen, unter dem Einfluß von Salzsäure und Wärme und von den drei letzten ist bewiesen, daß dabei nichts andres zugleich entsteht; von den zwei ersten ist dies noch nicht untersucht.

Umgekehrt kann Dyslysin durch Erwärmung in einer alkoholischen Kalilösung wieder in Cholinsäure und Fellinsäure zurückgeführt werden. Als Prototyp können wir uns also die Elemente von Dyslysin in allen diesen Körpern vorstellen.

Diese harzartigen Körper sind dann Zersetzungsproducte des Bilins, verschieden nach Verschiedenheit der Umstände, denen das Bilin ausgesetzt ist; aber dazu fügen sich immer noch zwei andere Körper, Ammoniak und Taurin. Das letztere ist, nach der glücklichen Entdeckung von Redtenbacher, schwefelhaltig*). Daß dieser krystallinische Stoff aus dem Bilin entsteht, ist vollständig bewiesen. Das Bilin muß also Schwefel enthalten und enthält ihn auch wirklich. Die Bilifellinsäure enthält um so mehr Schwefel, jemehr Bilin darin vorkommt.

Dieß giebt dann Gelegenheit, von den Elementar-Analysen aufzusteigen, zu dem, was in Bilin vorkommen muß, da $N_2\ H_6$, $C_4\ H_{14}\ N_2\ O_6\ S_2$ und $C_{51}\ H_{72}\ O_6$ + Wasser die einzigen Producte seiner Zersetzung sind.

Eine Bilifellinsäure im Minimum von Bilin hat, aus nicht ganz frischer Galle bereitet, nach vielen Analysen als Zusammensetzung geben:

$$C_{102}\ H_{172}\ N_4\ O_{21}\ S$$ **)

*) C = 75

| Taurin. | |
|---|---|
| C | 19,2 |
| H | 5,6 |
| N | 11,2 |
| O | 38,4 |
| S | 25,6. |

**) Ich führe hier blos die Salze an, über deren Reinheit kein Zweifel ist. In einem Bleisalz, welches 19,51 Proc. Bleioxyd enthielt, wurde gefunden:

Eine Bilifellinsäure im Maximum von Bilin hat eine ganz andere Formel:

$$C_{79}\ H_{146}\ N_4\ O_{24}\ S_2\text{*)}$$

C = 75,12

| | gef. | At. | ber. |
|---|---|---|---|
| C | 67,36 | 102 | 67,31 |
| H | 9,21 | 172 | 9,40 |
| N | 2,85 | 4 | 3,08 |
| O | 18,91 | 21 | 18,45 |
| S | 1,67 | 1 | 1,76 |

Die Formel giebt als Mischungsgewicht 11361 $\times$ ½ = 5681; das Bleioxyd giebt 5753.

Ein Barytsalz, welches gleichfalls rein war, gab 14,22 Proc. BaO, was 5761 für das Mischungsgewicht der organischen Substanz giebt:

C = 75,12.

| | gef. |
|---|---|
| C | 66,83 |
| H | 9,33 |
| N | 3,00 |
| O | 19,25 |
| S | 1,59 |

Zwanzig Analysen anderer Salze haben vollkommen dasselbe Resultat gegeben (Scheik. Ond., D., IV.) In den „holländischen Beiträgen" habe ich für diese Substanz, als ich sie noch nicht auf Schwefel untersucht hatte, die Formel

$$C_{52}\ H_{84}\ N_2\ O_{12}$$

in den wasserfreien Salzen berechnet.

*) Ein Barytsalz gab für die organische Substanz:

C = 75,12.

| | gef. | At. | ber. |
|---|---|---|---|
| C | 58,72 | 79 | 59,36 |
| H | 8,76 | 146 | 9,11 |
| N | 4,09 | 4 | 3,51 |
| O | 24,70 | 24 | 24,00 |
| S | 3,73 | 2 | 4,00. |

(Scheik. Onderz., Deel IV.)

Im Mittel von Bilingehalt erhält man für die Bilifellinsäure:

C = 75,12.

| | |
|---|---|
| C | 63,5 |
| H | 8,9 |

und für den Barytgehalt in 100 Th. der Verbindung: 14,22 — 12,09 — 13,33 — 14,63. Die letzt mitgetheilte Formel drückt daher blos eine gewisse Beziehung aus von den Stoffen, welche in diesem Gemenge vorkommen.

Was, bei 130° gut getrocknet, 63,5 Kohlenstoff gegeben hat, ist ein solches Gemenge, welches man auf keine Weise mit einem bestimmten Körper verwechseln kann, denn bei Behandlung mit Wasser bleibt davon ⅛ bis ¼ an Fellin- und Cholinsäure unauflöslich zurück. Ich habe daher keine Formel gesucht, um seine Zusammensetzung auszudrücken. Daß es nicht die sogenannte Choleinsäure ist, welche Demarçay, Kemp, Enderlin, Theyer und Schlosser untersucht haben, habe ich anderswo bewiesen, (Scheik. Onderz., Deel. IV.), da diese ihre Stoffe bei 100° getrocknet haben, und sie bei dieser Temperatur nicht trocken zu erhalten sind.

Die Versuche, welche angestellt wurden, Galle als ein Natronsalz erscheinen zu lassen, sind stets mit Stoffen angestellt, welche Chlormetalle, schwefelsaure und phosphorsaure Salze enthielten. Selbst krystallisirte Galle ist davon nicht frei, und enthält außer Natron auch Ammoniak als Basis. Die krystallisirte Galle (Bilifellin-

Vergleichen wir indeß diese Gemenge zusammen, so finden wir zwischen ihnen eine innige Beziehung und behalten wir dabei im Auge, daß bloß Taurin, Ammoniak und $C_{50}\,H_{72}\,O_6$ daraus bei sehr verschiedenen Zersetzungen zum Vorschein kommen, so giebt das erste:

$$\begin{array}{lcl} 4 \times C_{50}\,H_{78}\,O_9 & = & C_{200}\,H_{312}\,O_{36} \\ 1 \text{ Aeq. Taurin} & = & C_4\,H_{14}\,N_2\,O_6\,S_2 \\ 3 \text{ — Ammoniak} & = & H_{18}\,N_6 \\ \hline & & C_{204}\,H_{344}\,N_8\,O_{42}\,S_2 \end{array}$$

$$\frac{C_{204}\,H_{344}\,N_8\,O_{42}\,S_2}{2)} = C_{102}\,H_{172}\,N_4\,O_{21}\,S$$

während die zweite vorstellt:

$$\begin{array}{lcl} 3 \times C_{50}\,H_{84}\,O_{12} & = & C_{150}\,H_{252}\,O_{36} \\ 2 \text{ Aeq. Taurin} & = & C_8\,H_{28}\,N_4\,O_{12}\,S_4 \\ 2 \text{ — Ammoniak} & = & H_{12}\,N_4 \\ \hline & & C_{158}\,H_{292}\,N_8\,O_{48}\,S_4 \end{array}$$

$$\frac{C_{158}\,H_{292}\,N_8\,O_{48}\,S_4}{2)} = C_{79}\,H_{146}\,N_4\,O_{24}\,S_2.$$

Diese Formeln sind nichts weiter als Beispiele; sie drücken

---

säure im Mittel von Bilin mit freier Fellin- und freier Cholinsäure, zusammen in Verbindung mit Natron und Ammoniak), läßt sich nicht ohne Zersetzung trocknen. Ihre Zusammensetzung bleibt daher unbekannt, außer daß sie ein Gemenge ist.

Wenn die Verbindungen und die Gemenge von Bilin mit Fellin- und Cholinsäure ein Mischungsgewicht haben, so kann dies in keinem Fall kleiner sein, wie 5600, denn für keine Substanz, die frei von schwefelsauren und phosphorsauren Salzen und von Chlormetallen war, mochte sie aus frischer oder schon einige Zeit aufbewahrter Galle erhalten sein, hat man für das Mischungsgewicht eine geringere Zahl gefunden. — Aber, so wie bemerkt wurde, fügt sich ein Theil Ammoniak, aus der Zersetzung des Bilins hervorgegangen, der unverbrennlichen Basis, nach welcher das Mischungsgewicht abgeleitet werden soll, hinzu, und die Menge dieses Ammoniaks ist auf keine Weise zu erkennen.

In der krystallisirten Galle, wie viele Male man sie auch mit Aether ausgezogen haben mag, sind noch Seifen vorhanden, deren fette Säuren zum Vorschein kommen, wenn man das Natron durch eine Säure davon trennt.

Endlich ist es unmöglich, frische Galle ganz krystallisiren zu lassen; es bleibt eine große Menge Bilin übrig, die nicht krystallisirt. Ist die Galle aus Alkohol durch Aether gänzlich krystallisirbar, so ist sie stets schon sehr verändert, und giebt kein Bild mehr von der Galle in der Gallenblase, noch viel weniger von der Galle beim Eintritt in dieselbe. Zu dieser Veränderung ist weiter nichts nöthig, als die weingeistige Auflösung der Galle einige Tage aufzubewahren. Die frische Galle auf die im Text angegebene Weise untersucht, wird ihrer Bezeichnung als choleinsaures Natron Lebewohl sagen müssen, oder man muß sehend blind sein wollen.

bloß eine Zusammensetzung aus von Verbindungen von Bilin mit Fellinsäure, die möglicher Weise in guter chemischer Beziehung bestehen, die erstere selbst wahrscheinlich, weil sie bei Wiederholung immer wieder zum Vorschein kam, stets mit derselben Zusammensetzung; sie können indeß nicht für Ausdrücke eines Körpers gelten, sondern befassen wenigstens zwei Körper, Bilin und Fellinsäure, und da wir nicht wissen, wie viel von dem einen und dem andern darin vorkommt, so sind wir in Betreff der Zusammensetzung des Bilins immer noch im Ungewissen, selbst nach diesen Analysen.

So viel mag indeß aus dem Mitgetheilten abgeleitet werden, daß die Galle wirklich nicht ein Natronsalz von einer Säure ist, sondern jede Säure, die in der Galle vorkommt, als ein Zersetzungsproduct angesehen werden muß, ebenso wie Taurin und Ammoniak.

Das Bilin selbst muß also die Elemente von Taurin, von den genannten Säuren, von Ammoniak, mit oder ohne Wasser, enthalten, aber in welchem Verhältniß, ist noch unbekannt und wird wohl auch unbekannt bleiben.

Es ist gerade diese leichte Zersetzbarkeit, welche die Galle zu einem Secret macht, welches chemische Wirksamkeit in andern Stoffen hervorrufen kann; ohne diese Eigenschaft würde sie ihre physiologische Stellung nicht einnehmen, würde sie dem Dienst, den sie erfüllen soll, nicht genügen. Bei vielen Thieren wird sie ins Duodenum ausgeschüttet, und bleibt von diesem Augenblick an keinen Augenblick dasselbe; das Bilin nimmt immer mehr ab, die Fellinsäure und Cholinsäure nehmen zu und verbinden sich mit dem Ammoniak der Bilin-Metamorphose und dem Natron, welches stets in der Galle ist, und welches ursprünglich wahrscheinlich ganz und gar als kohlensaures Natron vorhanden war; immer ist ein kohlensaures Salz in frischer Galle zu finden. An keiner Stelle des Speisekanals ist daher dieselbe Galle vorhanden, sondern an den untern Stellen immer weniger Bilin, immer

mehr fellin- und cholinsaures Natron und Ammoniak, so daß zum Schluß das Bilin gänzlich zersetzt ist.

Von der Galle kehrt also wohl nichts zum Blut zurück, und was dahin zurückkehrt, ist sicher kein Bilin, denn dieses kann weder der Einwirkung des sauren Inhalts der dünnen Därme, noch der alkalischen Stoffe der dicken Därme unter den vorhandenen Umständen widerstehen, und in den Excreten müssen deßhalb Fellinate und Cholinate von Natron und Ammoniak vorkommen; wahrscheinlicher selbst freie Fellin- und Cholinsäure, weil Kohlensäure die alkalischen Salze dieser Säuren zersetzen kann, und endlich vielleicht Dyslysin. Für jeden Theil des Darmkanals ist daher der von der Galle ausgehende Reiz ein anderer; in der That eine treffliche Einrichtung, durch einen einzigen Stoff bewirkt!

Hinsichtlich der Entstehung der Galle ist zunächst zu bemerken, daß die Fette, nach einer allgemeinen, wohl befestigten Erfahrung, auf ihre Abscheidung großen Einfluß ausüben. Die Fette nun, aus Oxyden von $nCH_2$ zusammengesetzt, müssen, wenn sie die Elemente von Fellinsäure z. B. liefern sollen, ($C_{50}H_{80}O_{10} = 10\ C_5H_8O$) Wasserstoff verlieren. Denken wir uns eine Fettart

$$50\ CH_2 + O_4,$$

so haben wir $C_{50}H_{100}O_4$. Sollen hieraus die Elemente von Bilin geliefert werden, welche bei ihrer Metamorphose Fellinsäure bilden sollen, so müssen $H_{20}$ oxydirt und außerdem noch $O_6$ hinzugefügt werden, also $O_{16}$ hinzutreten. Wie die Gallenbildung, die Entstehung des Bilins nun zu Stande kommt, ist unbekannt, aber da die Gallenbildung durch den Genuß von Fetten befördert wird, so werden diese, indem sie geradezu dazu dienen, Sauerstoff aufnehmen müssen, und die Bildung der Galle geschieht daher nicht in dem systema portarum, sondern in dem arteriellen System

Zweitens müssen die Elemente von Ammoniak zur Bilinbildung hinzutreten.

Aber drittens die von Taurin.

Dieses Taurin, reich an Schwefel, muß seine Entstehung ableiten von der Zersetzung einer schwefelhaltigen Substanz im Organismus; welcher, ist unbekannt. Wäre das Hinzutreten von Schwefel erklärt, so gäbe es eine einfache Beziehung zwischen der Bildung von Leimzucker — einem Bestandtheile von Hippursäure — und der von Taurin; beide unterscheiden sich doch zunächst durch 4 $H_2O$; aber der Ursprung des Schwefels, welcher einen viel wesentlicheren Unterschied macht, bleibt dabei im Dunkeln:

| | | |
|---|---|---|
| 2 Aeq. Taurin | = | $C_8\ H_{28}\ N_4\ O_{12}\ S_4$ |
| Leimzucker | = | $C_8\ H_{20}\ N_4\ O_8$ |
| | | $H_8\ O_4\ S_4$ |

Entsteht nun Leimzucker aus Zucker und Harnstoff:

| | | |
|---|---|---|
| Harnstoff | = | $C_2\ H_8\ N_4\ O_2$ |
| Zucker | = | $C_6\ H_{12}\ O_6$ |
| | | $C_8\ H_{20}\ N_4\ O_8$, |

so läßt sich — wenn das Hinzutreten des Schwefels erklärt wäre, — eine abwechselnde Abscheidung von Harnstoff oder Hippursäure durch den Harn, und von Galle durch die Leber denken, indem Fette vorhanden sind, welche unter oxydirenden Einflüssen die Elemente von Fellinsäure liefern können, und Ammoniak hinzutritt.

Dies alles muß der Zukunft überlassen werden; es ist nicht mehr als eine Richtung, in welcher man versuchen kann, die Umsetzung zu Stande zu bringen; wissenschaftliche Gründe, um derartige Bildung von Taurin aufzuklären, fehlen uns noch gänzlich, hinsichtlich des Schwefelgehaltes desselben.

Gleichwohl ist es sicher, daß dieser Schwefel von der Zersetzung von Schwefel-Proteinverbindungen herrührt. Das alkalische Blut läßt stets etwas Protein im Blut entstehen, während zugleich Schwefelnatrium und unterschwefligsaures

Natron gebildet werden; letzteres Salz kann an Leimzucker, der im Entstehen begriffen ist, Schwefel abgeben, um die Gruppe zu liefern, welche bei der Zersetzung des Bilins als Taurin daraus zum Vorschein kommt. Der lose Zusammenhang der Bestandtheile des Bilins giebt Grund dazu, seine Entstehung von den Stoffen abzuleiten, in welche es so leicht zerfällt, und wie sehr ich meine, daß wir nicht sagen dürfen: Bilin besteht aus Taurin, Ammoniak, $C_{50}\ H_{72}\ O_6$ und den Bestandtheilen von Wasser, so sind wir doch nicht weit von der Wahrheit, wenn wir uns die Körper im Bilin denken, in welche es so leicht zerfällt, und aus denen es auch vielleicht gebildet wird. Der Zucker, welcher aus dem Amygdalin zum Vorschein kommt, ist in demselben vorhanden, und wird nicht erst gebildet bei seiner Zersetzung durch Synaptas; der in den Mandeln vorkommende Zucker ist bei der Bildung des Amygdalins in dasselbe aufgenommen. Von der Blausäure und dem Benzoylwasserstoff wissen wir dies nicht.

Bei der Bildung der Galle kann Taurin, durch Zersetzung von Protein entstanden, in Verbindung treten mit einem Wasserstoff verlierenden Fett, und diese zusammen Ammoniak aufnehmen, um eine einzige, aber sehr lose zusammenhängende Gruppe zu bilden: Bilin.

Aber darüber läßt sich durch Versuche nichts ausmitteln, und ich will mich daher begnügen, 1) auf die wohl bewiesene Bildung der Galle aus Fetten hinzuweisen, welche Fette daher das Material zu den Bestandtheilen von Bilin liefern müssen, die in Fellinsäure 2c. zerfallen: 2) anzumerken, daß Fette allein keine Galle hervorbringen können, wegen des Schwefelgehaltes des aus Bilin hervortretenden Taurins und wegen der Ammoniak bildenden Bestandtheile des Bilins; 3) hervorzuheben, daß, wenn Taurin aus Harnstoff und Zucker oder Leimzucker entsteht, dies vermuthlich unter dem Einfluß von $S_2\ O_2$ geschieht. Es geht namentlich aus meinen letzten Untersuchungen über Protein hervor (Scheik. Ond., Deel IV., p. 195), daß

Eiweiß, Fibrin, Casein, Horn, Fischbein (balein) ꝛc. sämmtlich aus Protein und Sulphamid bestehen, und daß bei Behandlung dieser Körper mit Alkalien stets $N_2\ H_6$ und $S_2\ O_2$ gebildet werden, welche letztere in größerem oder geringerem Maaße mit dem Protein verbunden wird. Die Verbindung muß daher im Blut vorkommen, und es ist also unterschweflige Säure im Blut vorhanden, welche mit Leimzucker, einem Zersetzungsproduct von leimgebendem Gewebe, vereinigt werden kann:

$$\text{Leimzucker}\ C_8\ H_{20}\ N_4\ O_8$$
$$O_4\ S_4$$
$$\overline{C_8\ H_{20}\ N_4\ O_{12}\ S_4}$$

Es fehlen hier $H_8$, um 2 Aeq. Taurin zu bilden.

Wir sahen nun, daß, indem $C_{50}\ H_{80}\ N_{10}$, d. i. Fellinsäure (welche wir als Type der Bilinbildung angenommen haben) aus einem Fettstoff $C_{50}\ H_{100}\ O_4$ entsteht, $H_{20}$ frei werden.

Wenn also ein Fettstoff Wasserstoff verliert, indem er Bilin liefert, so kann dieser Wasserstoff in einem andern Bestandtheil der complexen Gruppe, im Taurin, Platz finden.

Was hieran auch sein mag, das Taurin enthält den Schwefel nicht als $SN_2H_4$, so wie er in den Proteinverbindungen vorkommt, denn es bildet, unter dem Einfluß eines Alkali und der Siedhitze kein Schwefelblei, wenn Bleizucker hinzugefügt wird. Es ist also eine Oxy-Schwefelverbindung, und unter den Einflüssen, unter denen Taurin entstanden, ist eine niedrige Oxydationsstufe des Schwefels am wahrscheinlichsten. Die niedrigste, die wir kennen, ist im Blut, nämlich: $S_2\ O_2$.

Das Taurin gehört zu einer ganz anderen Klasse von Schwefelverbindungen wie das Cystin.

Es bleibt uns noch übrig, von einigen Bestandtheilen der Galle zu sprechen, die wir in dem kurzen Ueberblick, den wir

über ihre Hauptbestandtheile gegeben haben, nur flüchtig berührten.

Biliverdin. Es ist ein grüner Farbestoff der Galle, welcher durch Basen niedergeschlagen wird. Berzelius schlug es durch Barytwasser aus der weingeistigen Auflösung nieder, welche von Schleim befreit war. Sie läßt sich auch durch neutrales essigsaures Bleioxyd aus einer Alkohollösung der Galle niederschlagen. Auch durch Chlorbaryum wird sie gefällt. Zieht man es mit Salzsäure und die anhängende Stearinsäure durch Aether aus, so erhält man das Biliverdin nach Berzelius in allen Stücken mit Chlorophyl übereinstimmend.

Scherer hat (Ann. der Chem. und Pharm., März 1845, p. 377) den Gallenfarbstoff untersucht. Er schied ihn aus dem Urin eines Ictericus ab*) und wohl durch Chlorbaryum. Der Farbstoff der Galle, der sich so schnell verändert, konnte dabei natürlich nicht unverändert erhalten werden. Er war schön grün, in Wasser fast unlöslich, in Alkohol leichter, in Aether wenig löslich. In Alkalien aufgelöst, wurde er braungelb. Scherer fand ihn zusammengesetzt aus:

| | | | |
|---|---|---|---|
| C | — 67,409 | — 67,761 | — 68,192 |
| H | — 7,692 | — 7,598 | — 7,473 |
| N | — 6,704 | — 6,704 | — 7,074 |
| O | — 18,195 | — 17,937 | — 17,261. |

Wird er an der Luft mit Salzsäure und mit kohlensaurem Natron digerirt, so werden die Mengen von Kohlenstoff und Wasserstoff geringer. Er wird also dabei verändert.

Den Farbstoff aus Gallensteinen fand er zusammengesetzt aus:

*) Was Bemerkung verdient, ist, daß er kein Bilin oder Zersetzungsproducte desselben im Urin fand, eben so wenig in dem Blut desselben Patienten. Inzwischen fand Scherer auch kein Bilin oder ihre Zersetzungsproducte in einer ausgebrochenen grünen Masse, welche viel Gallenfarbstoff, durch Salzsäure in der Farbe verändert enthielt, und er schließt daraus mit Recht, daß das Bilin zu schnell zersetzt wird, als daß es im Urin und Blut übrig bleiben könnte.

C — 74,0
H — 6,3
N — 14,4
O — 5,3

Da jedoch kohlensaure und Ammoniaksalze beigemengt sein konnten, digerirte er den letzteren Farbstoff mit Salzsäure und erhielt dann:

C — 62,491
H — 6,148
N — 8,169
O — 23,192.

Obschon die Kenntniß des Gallenfarbstoffs hierdurch nicht festgestellt ist, so glaubte ich doch diese Resultate mittheilen zu müssen.

Bilifulvin. Dieser rothe Farbestoff haftet an vielen Zersetzungsproducten frischer Galle; er färbt die daraus abgesetzte Bilifellin- und Bilicholinsäure, aber auch das Bilin; vor allen klebt er stark an den Stoffen der Zersetzung, welche, mit absolutem Alkohol behandelt, unaufgelöst bleiben. Er ist im Wasser auflöslich, zeigt sich zuweilen krystallinisch. Er läßt nach der Verbrennung Natron und Kalk zurück und ist also ein Salz.

Schleim. Der Gallenschleim, welcher in Galle reichlich vorhanden ist, wird durch Essigsäure und andere Säuren, auch durch Alkohol daraus niedergeschlagen, und durch Kali gelatinös. Er bewirkt eine rasche Zersetzung der Galle, wahrscheinlich dadurch, daß er eine Säure bildet, welche die Methamorphose des Bilins befördert. Aber auch ohne Schleim metamorphosirt sich Galle. Selbst eine Alkohollösung von bilifellinsaurem Blei giebt, in einer verschlossenen Flasche aufbewahrt, nach einigen Wochen einen starken Absatz von cholinsaurem Bleioxyd.

Aus dem über Galle Mitgetheilten geht eine Function derselben genugsam hervor, nämlich daß sie, indem sie in einer

beständigen Umsetzung begriffen ist, auch andere Stoffe an ihrem chemischen Wechsel Theil nehmen läßt. Aber es ist die Frage, ob sie dazu ausschließlich dient, und auf diese Frage kann schon a priori verneinend geantwortet werden. Ein so wichtiges Organ, wie die Leber ist, muß eine Hauptrolle im Organismus spielen, muß eine Quelle von wichtigem Stoffwechsel sein, welcher sich auf das Ganze verpflanzt. Diejenigen, welche eine stark entwickelte Leber haben, sind in der Regel reizbare, thätige, kräftige Leute.

Die Galle, als Flüssigkeit betrachtet welche in den Speisecanal entleert wird, kann noch andere Dienste leisten, als ihre Umsetzung auf andere Stoffe zu übertragen, und wirklich hat dies die Wahrnehmung gelehrt, nämlich sie macht lösliches Eiweiß fest, auch aufgelöstes Fibrin; eine bemerkenswerthe Thatsache. Milch wird im Magen zum Gerinnen gebracht und das feste Casein muß nachher wieder aufgelöst werden; lösliches Eiweiß oder im Magen aufgelöster Eiweiß- oder Faserstoff, wird bei Berührung mit Galle wieder gefällt und muß in einem niedriger liegenden Theil des Darmkanals wieder aufgelöst werden. Dies ist aus Versuchen von Platner (Müller's Archiv, Nr. 4, 1845, S. 346) hervorgegangen.

Er fand zunächst keine Spur von dem eigentlichen Gallenstoff in den Faeces, zu welchem Versuch ihm die Reaction von Galle mit Zucker und Schwefelsäure, von Pettenkofer bekannt gemacht, eine bequeme Gelegenheit darbot.

Purkinje hatte gefunden, daß Galle der Verdauung (d. i. hier Auflösung) von Eiweiß entgegen wirkt. Platner fand dies bestätigt. Wird zu Eiweiß, in kunstmäßiger Verdauung (Auflösung) begriffen, Galle hinzugefügt, so kommt von dem Augenblick an die Auflösung ins Gerinnen. Wird beim Beginn des Versuchs Galle zugesetzt, so findet gar keine Auflösung statt.

Platner bereitete Verdauungsflüssigkeit aus der getrockneten Schleimhaut des Labmagens von Kühen, mit verdünnter

Salzsäure ausgezogen. Er erhielt dadurch eine vollkommen klar zu filtrirende Flüssigkeit, die, mit kohlensaurem Natron neutralisirt, hell blieb, oder nur sehr wenig trübe wurde. Wurde Galle hinzugefügt, so entstand kein Niederschlag. Wurde aber darnach Salzsäure zugesetzt, so entstand ein sehr starker Niederschlag, welcher sich als zäher Absatz zu Boden setzte.

Dieselbe Erscheinung sah er auch, wenn er Verdauungsflüssigkeit ohne vorhergehenden Zusatz von kohlensaurem Natron mit Galle vermischte. Galle für sich gab mit Salzsäure diesen Niederschlag nicht.

Der Niederschlag war in Wasser unlöslich. Gewaschen und getrocknet ließ er sich zu Pulver reiben. Beim Verbrennen ließ er keinen alkalischen Rückstand, von kohlensaurem Natron und von Essigsäure wurde er leicht gelöst, und diese letztere Lösung gab mit Zucker und Schwefelsäure die violette Färbung der Galle.

Eiweiß von Hühnereiern wurde darnach mit Essigsäure gemengt und der geringe Niederschlag, welcher dadurch entstand, durch Filtration abgesondert. Als zu dieser hellen Flüssigkeit Galle gesetzt wurde, entstand ein starker Niederschlag, welcher beim Umschütteln sich zu Klumpen vereinigte, und nach dem Trocknen zu Pulver zerrieben werden konnte, in Säuren gar nicht, in Ammoniak zum Theil, und in kohlensaurem Kali wenig löslich war. Wenn Galle mit Eiweiß gemengt, und nachher Essigsäure zugesetzt wurde, entstand ein ähnlicher Niederschlag. Selbst Galle mit Eiweiß gemengt und Kohlensäure hineingeleitet, gab gleichfalls einen Niederschlag. Galle wird also durch säurehaltiges Eiweiß zersetzt.

Künstlich aufgelöstes Eiweiß und Blutkuchen, klar filtrirt, gaben mit Galle einen reichlichen Niederschlag, welcher zu Boden sank und die überstehende Flüssigkeit heller werden ließ. Aber der Niederschlag in nicht verzehrtem Eiweiß war drathartig; von Blutkuchen klebrig, syrupartig; der letztere wurde von Essigsäure und von kohlensaurem Natron leicht aufgelöst. Aber

auch dieser ließ sich nach dem Auswaschen und Trocknen leicht pulvern und verbrannte auf Platinblech, ohne Alkali zurück zu lassen. Die essigsaure Lösung gab mit Zucker und Schwefelsäure die bekannte Reaction auf Galle.

Leim verhielt sich eben so. Er wird durch Galle niedergeschlagen, wenn die Lösung zuvor mit Essigsäure oder Salzsäure sauer gemacht war; im Ueberschuß von Essigsäure löst er sich aber wieder auf, eben so in kohlensaurem Natron. Der Niederschlag war pulverförmig.

Gegen Fett verhielt sich Galle indifferent. Aber Auflösungen von Zucker und Gummi wurden durch Galle niedergeschlagen, wenn Platner sie mit Salzsäure mischte, und er Galle nahm, die nicht von Fett befreit war. Der Niederschlag wurde von Essigsäure und von kohlensaurem Natron aufgelöst. Fettfreie Galle, welcher auch ein Theil Natron entzogen war, schlug sie nicht nieder.*)

Aus diesen Versuchen folgt, daß einige organische Körper, durch schwache Säuren unterstützt, eine Scheidung bewirken zwischen Bilifellinsäure und Natron und Ammoniak, eine Scheidung, zu deren Hervorbringung starke Säuren selbst nicht im Stande sind.

Die Verbindungen von im Magen verzehrten (aufgelösten) Proteinverbindungen mit Galle sind unauflöslich. Sie entstehen im Zwölffingerdarm und müssen daher später — wenn sie in die Blutmasse übergehen sollen — aufs Neue und zum zweiten Male gelöst werden.

Die Lösung kann durch Essigsäure oder durch kohlensaures Natron oder ein anderes alkalisches kohlensaures Salz zu Stande kommen. Einmal aufgelöst, ist die Bilifellinsäure neuer Zersetzung fähig.

Diese Versuche von Platner scheinen mit anderen in Widerspruch zu sein, und auch hierin, eben so wie in der Geschichte des Magensafts, hat man einander widersprechende

*) Siehe ferner „Natur und Nutzen der Galle", S. 111.

Resultate angegeben. Aber Platner scheint die Umstände gerade so gewählt zu haben, wie sie im Duodenum statt finden, und in diesem Sinn läßt es sich denn auch erklären, warum das Zutreten von Galle zum Speisebrei Niederschläge verursacht, wie dies aus vielen Wahrnehmungen hervorgeht. Woraus diese Niederschläge bestehen, ist nicht zweifelhaft, nämlich aus Bilifellinsäure mit Albumin oder Fibrin, sowie Salzsäure, Schwefelsäure, Gerbsäure und andere Säuren sich damit vereinigen; was aus dem Natron und dem Ammoniak der Bilifellinsäure wird, ist auch deutlich; die Säure des Darminhalts wird dadurch gesättigt.

Es ist gerade diese Säure, welche stets vorhanden sein muß, wenn man Eiweiß durch Galle will niedergeschlagen sehen, und der Abwesenheit derselben ist die Verschiedenheit der folgenden Versuche in Vergleichung mit denen von Platner zuzuschreiben. Einige nämlich (Prout, Hünefeld, Scherer) meinten der Galle im Gegentheil ein Auflösungsvermögen für Proteinverbindungen zuschreiben zu müssen. Eine Wiederholung dieser Versuche mit Stoffen, die keine freie Säure enthielten und Galle, hat selbst diese Resultate nicht ganz bestätigt, so daß Galle auf keinen Fall als eine auflösende Materie angesehen werden kann.

Valentin*) hat nämlich die Resultate von Hünefeld, daß Galle die Hüllen der Blutkörperchen, Faserstoff, Ansteckungskruste, rohes und gekochtes Fleisch, vor allem geronnenes Casein auflöst, untersucht, aber ganz andere Resultate erhalten**).

---

*) Physiologie I., p. 335.

**) Scherer hat Versuche über die Speise-Verdauung angestellt (Ann. d. Chem u. Pharm., Bd. 4, S. 68). Frische innere Haut von Kälbermagen wurde mit verdünnter Salpetersäure gemengt, und darin bei 37⁰,5 gekochtes Ochsenfleisch und gekochtes Eiweiß digerirt. Nach einigen Stunden wurden die Stoffe an den Rändern durchscheinend, und nach 14 Stunden waren sie größtentheils aufgelöst. Die Auflösungen wurden filtrirt und gekocht; es wurde nichts niedergeschlagen. Kohlensaures Kali schlug daraus Flocken nieder, die im Ueberschuß desselben sich wieder auflösten. Alkohol machte beide Flüssigkeiten, die sich übrigens gleich verhielten, trübe.

Diese Auflösungen wurden jede für sich mit frischer Galle gemengt, in ein frisches Stück vom Duodenum eines Kalbes gebunden und in Wasser gelegt, welches nach

Ochsen-, Menschen-, Schweinegalle löste coagulirtes Eiweiß in einigen Stunden nicht auf; rohes Pferdefleisch, gekochtes Rindfleisch eben so wenig. Stückchen Käse wurden indeß durch Digestion mit Galle viel weicher, und frisch niedergeschlagenen Käse sah er einmal sich zu einer klaren Flüssigkeit in Galle auflösen, aber diesen Versuch auch mehrere Male mißlingen. Geronnenes Blut von Fröschen wurde selbst in der gewöhnlichen Temperatur durch Galle schnell aufgelöst und heller.

Valentin schließt hieraus mit Recht, daß die Galle durch ihr Ammoniak, welches durch die Zersetzung des Bilins entsteht, dieses Auflösungsvermögen für die Hüllen der Blutkörperchen und zuweilen auch für Käsestoff hat, aber da dieser Ammoniakgehalt gering ist, andere Proteinverbindungen, welche zu ihrer Auflösung mehr Alkali nöthig haben, von der Galle nicht aufgelöst werden können.

Daß Galle, so wie Scherer meint, Fibrin in Albumin verwandeln könne, war wegen der verschiedenen Natur der beiden Stoffe sehr unwahrscheinlich. Valentin hat diesen Punkt auch durch Versuche widerlegt.

In keinem Fall beweisen diese Versuche daher etwas für das, was im Duodenum geschieht, wo die Galle stets mit einem sauren Darminhalt in Gemeinschaft kommt. Die Versuche von Platner verdienen darum alle Aufmerksamkeit.

Einige haben der Galle das Vermögen zugeschrieben, neutrale Fette zu verseifen. Unmittelbare Versuche von Valentin*) haben dies nicht bestätigt, obgleich er meint, daß die Galle das Fett zu kleinen Tropfen zertheilen und das durch

---

10 Stunden erneuert wurde. Das erste Wasser wurde beim Kochen trübe durch Flocken von coagulirtem Eiweiß, auch trübe durch Alkohol und Sublimat. Das folgende Wasser enthielt gleichfalls Eiweiß.

Hieraus schließt Scherer, daß aus der sauren Flüssigkeit durch die Galle der Proteinstoff in lösliches Eiweiß verwandelt wird, welches durch den Darmkanal exosmotisch fortgeführt wird.

*) Physiologie, I. p. 339.

die Zersetzung des Bilins frei werdende Ammoniak das Fett löslich machen kann. Das Ammoniak indeß, welches hierbei frei wird, wird verwendet, um die freie Fellinsäure, welche beständig gebildet wird, zu sättigen, und was hieraus ferner wird, ist früher bereits angedeutet. Aus der Kenntniß, welche wir gegenwärtig von der Galle haben, läßt sich ein solches Verseifen von Fett durch die organischen Gallenstoffe, mit Natron verbunden, nicht ableiten. Aber da in frischer Galle ein kohlensaures Alkali vorkommt, und wohl kohlensaures Kali oder Natron, so kann frische Galle, und also die, welche in das Duodenum ausgegossen wird, wirklich so viel Fett verseifen, wie dem kohlensauren Alkali, welches mit der Galle in den Darmkanal ergossen wird, entspricht. Ich habe mich bei Wiederholung von der Gegenwart kohlensaurer Salze in frischer Galle überzeugt*), und jeder, der frische Galle in Alkohol, der frei von kohlensauren Salzen ist, fließen läßt, den Schleim durch Filtration absondert, und der Flüssigkeit essigsaures Blei hinzufügt, wird einen Niederschlag von schwefelsaurem, phosphorsaurem und kohlensaurem Bleioxyd erhalten (mit fettsauren Bleisalzen und Biliverdin), welcher unter Wasser mit einer Säure eine reichliche Kohlensäure-Entwickelung giebt. — Die Quantität dieser kohlensauren Salze ist indeß nicht groß genug, um alles unverseifte Fett, welches dann und wann genossen wird, zu verseifen, und es bleibt deshalb sicher ein Theil unverseift in den dünnen Därmen, wenn nicht alles unverseift bleibt, da der saure Inhalt der dünnen Därme viel eher das kohlensaure Alkali sättigen wird, als daß diese bei Gegenwart einer freien Säure Fett sollten verseifen können.

Da Galle angewendet wird, um Fettflecken auszumachen, z. B. aus seidenen Stoffen, so muß sie Verseifung bewirken, wenn keine freie Säure vorhanden ist, die dieser Verseifung entgegensteht.

---

*) Scheik. Ond., Deel IV.

Die Versuche, welche angestellt wurden, um Amylum durch Galle in Zucker zu verwandeln, haben bis jetzt nur ein negatives Resultat gegeben.

Endlich hat Schwann Untersuchungen darüber angestellt, ob die Galle wohl von Einfluß auf den Organismus ist. Er unterband dazu die Gallenblase bei 18 Hunden, und gab, indem er in der Gallenblase eine Oeffnung machte, Gelegenheit, daß die Galle ausfließen konnte. Außer einigen Hunden, die an den Folgen der Wunden starben, starben die anderen an Folgen, welche blos dem Mangel an Galle in dem Speisecanal zugeschrieben werden konnten (Müller's Archiv, 1844, S. 127). Aus diesen Versuchen läßt sich kein Schluß ziehen in Beziehung auf den Dienst, den die Galle bei der Verdauung oder im übrigen Organismus erfüllt.

Was Andere auch behaupten, daß die Galle von geringem Einfluß sei bei der Speiseverdauung, weil Icterische, die an vollkommen gehinderter Gallenabsonderung (gallozing) leiden, im Uebrigen ziemlich gesund sein können, so lehrt dies bloß, daß ein indolentes Organ, wie die Leber, sehr stark gestört sein kann, ohne die Störung auf andere Organe zu übertragen und daß die Speiseverarbeitung eine Zeitlang mehr oder weniger auch ohne die Galle Statt finden kann. Aber mehr, meine ich, kann daraus nicht geschlossen werden.

## Darmsaft.

Viel weniger wie der Magensaft, viel weniger selbst wie irgend eine thierische Flüssigkeit, ist die Flüssigkeit bekannt, welche in den Därmen vorkommt. Man weiß davon, daß es im nüchternen Zustande eine wasserartige, schleimhaltige, neutrale Flüssigkeit ist, die beim Eintreten von Chymus in die Därme sauer wird. Aber ob diese Säure nicht aus dem Magen herstammt und was übrigens dieser Saft ist, weiß man nicht.

In den dicken Därmen wird eine alkalische Flüssigkeit abgeschieden; aber welche, ist nicht bekannt, und darum auch schwer zu wissen, weil vom Duodenum an, und also schon in den dünnen Därmen, Galle und Pancreasflüssigkeit sich in den Darmkanal ergossen haben, was mit allem, was aus der Mundhöhle von Speichel und von hier an von Schleim abwärts geführt wird, ein sehr complexes Gemenge geben muß.

In der Cholera indeß, bei welcher die Ergießung von Galle schleunig aufhört, kein Speichel verschluckt wird, ist die ausgebrochene Flüssigkeit deutlich sauer, und das nach unten Entleerte deutlich alkalisch, ein Grund, warum die so viel Eiweiß enthaltenden wasserartigen Auswerffel, welche in dieser Krankheit nach oben und nach unten entleert werden, nicht dasselbe Ansehen haben. Das, was ausgebrochen ist, enthält viele Flocken von geronnenem Eiweißstoff, durch die anwesende Säure niedergeschlagen, während die alkalische, nach unten entleerte Flüssigkeit den Eiweißstoff aufgelöst enthält und wasserhell ist.*) Es bleibt jedoch hierbei die Frage, in wieweit diese ausgebrochene saure Flüssigkeit Darmsaft ist, in wieweit sie mit saurem Magensaft gemengt ist, und dann, wie es sich im normalen Zustande verhält.

Was die Darmflüssigkeit anlangt, welche an verschiedenen Stellen der dünnen Därme abgeschieden wird, so bemerkt Valentin**), daß sie in dem Duodenum, Jejunum und Ileum nicht dieselbe sein kann, wegen der Verschiedenheit der Peyer'schen Drüsen, die tiefer, und der Brunner'schen, die in dem Duodenum gefunden werden, während die Lirberkühn'schen überall vorkommen. Diese Drüsen sondern Schleim ab, und mit diesem Schleim — welcher im Allgemeinen, wo er auch abgeschieden wird, von keinem großen Einfluß auf Stoffwechsel sein dürfte, sondern als indifferent angesehen

*) Nat. en Scheik. Archief, Deel I.

**) Physiologie, I., p. 332.

werden mag — wahrscheinlich auch wohl andere organische Stoffe; welche jedoch, ist nicht bekannt.

Das Hinzutreten von Speichel, Magensaft, Pancreas-Flüssigkeit, Galle und im normalen Zustande von Chymus, macht alle Kenntniß des Darmsafts jetzt und immer mangelhaft.

Da er sauer reagirt, bewirkt er zunächst einen Niederschlag von Gallenschleim in der Galle, die hinzutritt. Dadurch wird die zähe Galle dünnflüssig, aber dadurch auch viel leichter metamorphosirt. Durch Salzsäure sehen wir bei der Digestions-Temperatur Galle in Fellinsäure, Taurin und Ammoniak zersetzt, die Fellinsäure in Cholinsäure, diese in Dyslysin umgesetzt werden; dasselbe muß auch in den Därmen durch einen sauren Darmsaft befördert werden.

Die saure Reaction, und damit auch die Einwirkung auf anwesende Stoffe, muß abnehmen, im Maaße, als die Darmflüssigkeit mit mehr Galle gemischt wird, weil Alkali in der Galle enthalten ist, aber wie es scheint, nicht genug, um alle Säure des Magensafts und der Darmflüssigkeit zu sättigen; denn nach der Vermengung derselben mit Galle bleibt der Inhalt noch sauer.

Daß die Säure des Darmsafts eine Art von Ersatzmittel des Magensafts ist, und eine organische Substanz, durch die dünnen Därme wie durch den Magen hervorgebracht, als Verdauungsstoff wirkt*) verdient eben so viel Aufmerksamkeit, als man dem Magen geschenkt hat. Daß dieser Darmsaft wirkungsfähiger ist, wie der Magensaft, daß durch denselben die Hüllen der Blutkörperchen, Ansteckungskruste und noch ungelöstes Eiweiß aufgelöst werden können, wie Hühnefeld gesehen zu haben glaubt, ist noch nicht durch nähere Versuche bewiesen, und im Gegentheil durch die Versuche von Platner unwahrscheinlich gemacht. Der saure Darminhalt ist ohne die Galle nicht in

*) Valentin, I., S. 334.

den dünnen Därmen, und Platner's Versuche lehren, daß dann Niederschlagung, keine Auflösung statt hat.

## Speise-Verarbeitung.

Die Speise-Verarbeitung oder Verdauung besteht in der Zubereitung der Speisen zu Bestandtheilen des Organismus. Giebt es eine Wirkung im organischen Reich, die auf bloß chemischen Gründen beruht, so ist es sicher diese. Das Blut ist eine Flüssigkeit von einer, im normalen Zustande sehr beständigen Beschaffenheit; es kann, nach dem Bau der sogenannten absorbirenden Gefäße, aus dem Darmkanal bloß aufgelöste oder äußerst fein zertheilte Stoffe aus der Außenwelt aufnehmen, während anderntheils allerlei feste, sowohl lösliche, wie unlösliche Stoffe dem thierischen Körper als Nahrungsmittel dargeboten werden. Aber was nicht minder wichtig zu bemerken ist: soll das Blut eine normale Substanz bleiben, soll die Gesundheit nicht gestört werden, so müssen die von Außen zugeführten Nahrungsstoffe gewisse chemische Veränderungen erleiden, und, mit Ausschluß von vierlerlei nutzlosen oder schädlichen Stoffen, im Speisekanal einige wenige gebildet werden, welche, ins Blut übergeführt, Leben und Gesundheit unterhalten können.

Es giebt vielleicht keine Verrichtung im thierischen Organismus, über welche die Chemie mehr Licht verbreitet hat; gleichwohl bleibt noch viel darin zu untersuchen übrig. Aber die Worte animalisiren und assimiliren sind wenigstens vor unrichtiger Deutung bewahrt, und nicht bloß vielerlei Irrthum beseitigt, sondern auch der Weg angewiesen, um das noch Fehlende zu ergänzen.

Die zwei Momente von Veränderungen, welche die Speisen bei dem sogenannten Verdauen erleiden, sind außer Ausziehen und Scheiden dessen, was in der Nahrung verändert werden kann, und dessen, was dazu nutzlos ist: Auflö-

sung und chemische Umsetzung. Daß das letztere nicht assimiliren ist, soll später gezeigt werden.

Diese zwei Veränderungen fallen bei vielen Stoffen zusammen. Blos das Auflösen von Speisen, ohne daß zugleich eine chemische Veränderung stattfindet, kennen wir nur bei einzelnen, oder es müssen die darunter verstanden werden, welche Zucker und Gummi mit Wasser liefern. Sie werden zum Theil schon bei der Zubereitung der Speisen bewirkt, oder in demselben Sinn gerichtet, worin sie in dem Magen und den Därmen vorkommen, obschon der Geschmack und die Gewohnheit in dieser Hinsicht Ausnahmen haben entstehen lassen.

Die eigentlichen Nahrungsstoffe sind, wie wir früher sahen, wenige an der Zahl. Sehr Vieles, welches als Nahrungsmittel genossen wird, ist darum noch kein Nahrungsstoff. Was in den Mund gebracht wird als Nahrungsmittel, enthält den Nahrungsstoff oder besteht daraus in geringerem oder größerem Maaße. Auch dies ist früher genugsam unterschieden.

Was aufgelöst oder fein zertheilt ist, oder es in dem Speisekanal wird, und, sei es unverändert oder nach einer erlittenen chemischen Veränderung, in das Blut übergeht, um Leben und Gesundheit zu unterhalten, ist Nahrungsstoff zu nennen.

Was also, nachdem es aufgelöst und umgesetzt ist, Nahrungsstoff werden kann, aber eine Auflösung und Umsetzung nöthig hat, muß Umständen ausgesetzt werden, unter denen es von Nahrungsmittel zum Nahrungsstoff werden kann. Diese Umstände sind, außer der Zubereitung außerhalb des Körpers, Vertheilung und Vermengung mit dem Speichel im Munde, Digestion bei einer Temperatur von 37,°5 und Vermengung mit dem Magensaft; dieselbe Temperatur und fernere Vermengung mit der Galle und der Pancreas- und Darm-Flüssigkeit. Durch diese Einflüsse muß Auflösung und Umsetzung zu Stande kommen und also die als Nahrungsmittel

dargebotenen Stoffe ganz oder zum Theil in eine solche Form übergehen, daß die Milch und Blut führenden Adern der Därme sie aufnehmen und als normale Stoffe in die Blutmasse überführen können. Was in diese Form nicht zu bringen ist, ist nicht Nahrungsstoff zu nennen und mag also auch nicht zu den Nahrungsmitteln gezählt werden.

Es giebt indeß noch einen wichtigen Umstand, welcher auf die Umsetzung der Speisen von großem Einfluß ist. Nämlich die Aufnahme von Bestandtheilen des Chymus durch die Milchgefäße und Adern kann blos durch Endosmose geschehen. An Auffaugen oder Einsaugen ist nicht zu denken. Endosmose nun stellt einen Wechsel in den Vordergrund; Eintreten, aber auch Austreten. Die dünnere Flüssigkeit, der Chymus, fließt zu der dickern, dem Blut, und während Bestandtheile der ersteren in die letztere übergehn, tritt letztere auch Stoffe an erstere ab.

Ist dies wirklich so — und es ist nicht daran zu zweifeln — so findet im Darmkanal eine unaufhörliche neue Vermengung statt mit Bestandtheilen der Blutgefäße und der Chylusgefäße, eine Vermengung, von welcher schwerlich eine vollständige chemische Rechenschaft abgelegt werden kann, aber die doch in Rechnung gebracht werden muß, wenn der Act der Speiseverarbeitung nicht einseitig betrachtet werden soll.

Der unaufhörliche Austritt organischer Stoffe aus den Blut- und Chylusgefäßen, die unaufhörliche Vermengung derselben mit dem Chymus, kann auf chemische Veränderung, die darin statt findet, von wichtigem Einfluß sein, und es ist darum einseitig, wenn wir Speichel, Magensaft, Galle und Pancreassaft allein als Speisen auflösende und umsetzende Stoffe in Betrachtung ziehen.

Es beruht auch auf den angeführten Gründen, daß wir auch die häufig gebrauchte Vorstellung, daß die Nahrungsstoffe durch ein feines Filtrum filtrirt werden, und die von einem eigentlichen Auffaugen fahren lassen

müssen. Weder das eine, noch das andere findet im Speisecanal statt.

Mit Uebergehung des Mechanismus zum Kauen und Schlucken, zur Bewegung des Magens und der Därme — wodurch die Vermengung innig wird, und immer wieder eine andere Oberfläche den endosmotisch wirkenden Organen des Magens und der Därme dargeboten wird — mit Uebergehung der Structur der Eingeweide, insofern diese nicht geradezu mit dem Chemismus der Verdauung in Verbindung, steht, wollen wir suchen, Rechenschaft zu geben von der Veränderung, welche die Speisen erleiden.

Dazu gehört denn zunächst eine Betrachtung der Auflösung, welche die nicht verändert werdenden Nahrungsstoffe erleiden; zweitens der chemischen Umsetzung, welcher diejenigen ausgesetzt sind, welche wohl verändert werden; drittens eine Betrachtung der verschiedenen Einflüsse, denen aufgelöste und schon veränderte Stoffe im Darmkanal ferner ausgesetzt sind, nachdem Auflösung und Umsetzung ganz oder theilweise im Mund und im Magen beendet sind.

Die zwei ersten fallen meistens zusammen, und nachdem p. 916 darüber Mitgetheilten, meine ich, daß wir sie jetzt füglich zusammen behandeln können. Ich theile die Nahrungsmittel jetzt, wo wir auf ihre Verarbeitung im Darmkanal den Blick richten, in vier Klassen, Proteinverbindungen und Leim, in Zucker verwandelbare, Fette und Pflanzensäuren; diese vier Klassen werden durch andere vermehrt werden, aber für jetzt kennen wir blos diese; über die anderen fehlt es uns an Kenntniß.

Alkoholische Flüssigkeiten haben keine Veränderungen in den ersten Wegen zu erleiden (S. p. 935); sie werden auch nicht verändert, aber absorbirt, wahrscheinlich durch die Venen. Diese Absorption beginnt schon im Magen und wird hier selbst großentheils vollendet, was indeß davon abhängt, ob diese Flüssigkeiten für sich im Magen sind, oder ob andere feste und

sie vertheilende Stoffe zugegen sind. — Die Chylusgefäße nehmen keine Spur davon auf, nach den Versuchen von **Bouchardat** und **Sandras** (Comptes rendus, 13. Juli 1846, p. 98).

Die zwei ersten der genannten Klassen von Nahrungsstoffen, die Proteinverbindungen und die in Zucker verwandelbaren, erleiden eine Veränderung in der Mund- und Magenhöhle; über diese also hier blos; die Fette und Pflanzensäuren scheinen hier keine Veränderung zu erleiden.

**Proteinverbindungen und Leim, im Mund und im Magen.** Unter dem gemeinschaftlichen Einfluß von Speichel und Magensaft kommen zunächst Auflösungen dieser Klasse von Körpern zu Stande, von einigen durch die bloße Säure des Magensafts, von andern durch diese und die organischen Gemenge unterstützt, wovon p. 962 die Rede war.

Unter dieser Klasse von Körpern sind jedoch viele im auflöslichen Zustand und dies ist eine erste Besonderheit, bei welcher wir stillstehen müssen; nämlich einmal die Körper, welche zu dem früher sogenannten **Casein** gehören, und das **Legumin**, und dann der **auflösliche thierische und pflanzliche Eiweißstoff**. Vom **Casein** hat man die Erfahrung gemacht, daß es ein gemengter Körper ist, und es ist dies, was seiner früher vorgetragenen Geschichte hinzugefügt werden muß. Zwei Hauptkörper mit verschiedenen Eigenschaften kommen darin vor, aber außerdem noch andere in kleinerer Menge. In der Milch ist einer dieser Hauptstoffe stets im unlöslichen Zustande vorhanden, und bildet die Zellenhäute der Milchkügelchen, der andere ist aufgelöst im Serum. Man scheidet diese Stoffe auf folgende Weise:

Nämlich man kann durch Salzsäure Milch coaguliren*)

*) Was das Lab betrifft, so hat **Mitscherlich** (**Berz.** Jahresb., 22, S. 574) gezeigt, daß es nicht die Schleimhaut des Magens, sondern die äußerste, aus Peritoneum bestehende Haut ist. Mit demselben Erfolg hat er die Peritoneum-Bekleidung des Blinddarms mit warmem Wasser ausgezogen und dadurch Milch coagulirt. Weder

und in verdünnter Salzsäure schnell eine Auflösung des Coagulum zu Stande bringen, welche an der Oberfläche eine Lage Butter erhält. Die helle Flüssigkeit giebt einen Niederschlag mit kohlensaurem Ammoniak, und filtrirt man diesen ab, so erhält man durch überflüssige Salzsäure einen zweiten, welcher in seinen Eigenschaften von dem ersteren verschieden ist. Küchensalz, der Milch hinzugefügt, macht einen Stoff unlöslich und läßt einen andern im Milchserum aufgelöst.[*]

Wenn nun das Gemenge dieser zwei Stoffe, welches wir bis jetzt Casein genannt haben, wenn z. B. Milch mit einer verdünnten Säure bei Digestions-Temperatur in Berührung kommt, so wird der zweite der genannten Stoffe coagulirt, während der erste, welcher stets in der Milch ungelöst war und die Hüllen der Milchkügelchen bildet, dadurch eingeschlossen wird.

Im Magen erleidet die Milch diese Veränderung: sie wird coagulirt, d. h. der zweite Stoff, und schließt den ersten, welcher in der Milch stets unaufgelöst gefunden wird, in sich ein. — Es ist daher beim Genuß von Milch ein Coagulum von den Hüllen der Milchkügelchen und von dem durch die Säure unlöslich gewordenen zweiten Körper im Magen vorhanden.

Bleibt indeß dieses Coagulum von Milch im Magen, so wird es unter denselben Umständen, unter denen es entstan-

---

dieses, noch das Infusum von Lab, reagirte sauer. Auch die Peritoneum-Bekleidung der Blase, das Duodenum, die anderen dünnen Därme, das Rectum, der Oesophagus, hatten alle in größerem oder geringerem Maaße das Vermögen, Milch zum Gerinnen zu bringen (l'Institut, Nr. 461, p. 382). Es scheint also auch hier eine Allgemeinheit der Wirkung thierischer Theile zu bestehen, die sich an das anschließt, was Magendie von allerlei thierischen Stoffen bemerkt hat, um Amylum in Dextrin und Zucker zu verwandeln. Beide Kräfte scheinen also nicht in bestimmten, sondern in allgemein verbreiteten Stoffen zu ruhen.

Simon hat eine ähnliche Wirkung von Kindermagen auf Milch ausüben sehen wie von Kälbermagen; erst wird die Milch dadurch coagulirt, dann aufgelöst; er meint, daß dabei Casein in Albumin verwandelt wird, aber die gemengte Beschaffenheit des Caseins und der größere Schwefelgehalt widersprechen dem (Müller's Archiv, 1839, S. 1).

[*]) Scheik. Onderz., Deel III., p. 453.

den ist, aufgelöst, und zwar wohl vollkommen, die Hüllen sowohl, wie der zweite Körper: dann erst mag man die Milch aufgelöst nennen; in gewöhnlicher Milch ist die Hauptmasse der Proteinverbindungen, die sie enthält, im unlöslichen Zustand vorhanden.

Dieser vollkommenen Auflösung der Milch im Magen mögen organische Stoffe förderlich sein, nöthig sind sie nicht, denn auch bloße verdünnte Salzsäure thut dies, und selbst bei gewöhnlicher Temperatur, wenn man das Coagulum mit Wasser abwäscht, oder mit vielem Wasser vermengt; leicht und schnell in der Digestions-Temperatur. Im Magen wird daher der coagulirte Stoff auch nach einigem Verweilen durch dieselbe Säure aufgelöst werden, welche ihn erst fest werden ließ.

Der Theil des Caseins, welcher durch kohlensaures Ammoniak gefällt wird, hat bei der Untersuchung ungefähr dieselbe Zusammensetzung ergeben, wie das Gemenge Casein (Scheik. Ond., Deel IV., p. 396).

C = 75,12.

| | Casein. | Aufgelöst und wieder niedergeschlagen. |
|---|---|---|
| C | 53,8 | 53,5 |
| H | 7,1 | 7,0 |
| N | 15,6 | 15,0 |
| O | 22,6 | 23,9 |
| S | 0,9 | 0,6. |

Die kleinen Verschiedenheiten, welche hier statt finden, können erst dann gewürdigt werden, wenn der andere Hauptstoff des Gemenges Casein näher untersucht ist.

Das Legumin erleidet eine ähnliche Veränderung, wie einer der zwei Hauptbestandtheile des alten Caseins, nämlich der auflösliche*). Eine wäßrige Lösung von Legumin, durch

*) Dieser kommt in kleinster Menge in dem alten Casein vor; der Stoff der Milchkügelchen macht die größte Menge aus.

Ausziehen von z. B. Erbsen, Bohnen, Mandeln, Hafer mit kaltem Wasser dargestellt, giebt mit Salzsäure einen Niederschlag; bei Erbsen wird dieser Niederschlag bei der Digestions-Temperatur wieder aufgelöst, bei Mandeln viel träger.

Darüber wissen wir gleichfalls nichts Näheres; das Legumin aus verschiedenen Körpern zeigt einige Verschiedenheit in Zusammensetzung und Eigenschaften, welches fremden Beimengungen zugeschrieben werden muß.

Genug für unsern gegenwärtigen Zweck, daß das Legumin von Erbsen, Bohnen &c. im Magen erst durch die Säure coagulirt, dann unter dem Einfluß derselben Säure wieder aufgelöst wird; daß diese Fällung eben so wie bei Käsestoff, durch Essigsäure geschehen kann, aber daß Essigsäure die Auflösung dieser zwei Stoffe bei der Digestionstemperatur nicht bewirkt, und deßhalb eine andere Säure, oder diese und ein organischer Stoff zur Wiederauflösung von beiden erfordert wird.

**Lösliche thierische und pflanzliche Eiweißstoffe.** Es ist bekannt, daß verdünnte Salzsäure, verdünnte Schwefelsäure und andere Säuren Eiweißstoff von Pflanzen und Thieren niederschlagen, und damit wohl characterisirte Verbindungen bilden können*)

Kommt auflöslicher pflanzlicher oder thierischer Eiweißstoff in den Magen, so muß eine solche Verbindung zu Stande kommen; sie muß im Magen einige Zeit ungelöst bleiben, aber da sie bei Digestionswärme in verdünnter Säure aufgelöst wird, so muß auch das Coagulum nach einiger Zeit verschwinden. Fällt man nämlich Eiweiß aus Eiern, in Wasser vertheilt, mit wenig Salzsäure, und stellt man dies Gemenge in eine Temperatur von 37°,5, so ist der flockige Niederschlag nach einiger Zeit aufgelöst.

Auch hier ist kein Grund, an eine chemische Umsetzung der Stoffe zu denken.

---

*) Bulletin, 1829, p. 21. S. auch hier oben.

Was von aufgelösten Protein-Verbindungen in den Magen kommt, wird also erst niedergeschlagen, darnach wieder aufgelöst, vorzüglich durch die Wirkung der schwachen Säure des Magensafts.

Zu den unauflöslichen Protein-Verbindungen gehören: Unlöslicher Pflanzeneiweißstoff und Pflanzenleim.

Um zu versuchen, welchen Einfluß verdünnte Säuren mit einem Stückchen Magen auf diese zwei Körper ausüben, wurde Beccaria's Gluten, also ein Gemenge von beiden mit Cellulose, frisch bereitet, mit verdünnter Salzsäure (1/2 Tausendtel) und Magen bei 37°,5 digerirt. Nach einigen Tagen war das sogenannte Gluten aufgelöst, außer der Cellulose, die unlöslich übrig geblieben war. Es werden also sogenanntes coagulirtes Pflanzeneiweiß und Pflanzenleim bei Digestions-Temperatur durch Salzsäure und Magen aufgelöst, und im Magen also auch eine Auflösung davon zu Stande gebracht. Bloße Salzsäure bringt keine Auflösung zu Wege.

Fibrin, mit 1/2 Tausendtel Salzsäure und Wasser bei gewöhnlicher Temperatur übergossen, wird schon nach einigen Augenblicken gelatinös und durchscheinend, und verliert vollkommen seine Faserform. Eine verdünnte Säure, namentlich Salzsäure, ist also bei gewöhnlicher Temperatur im Stande, die Verzehrung der festen Speisen, so weit sie als aus Fibrin bestehend angesehen werden können, zu Stande zu bringen: eine Eigenthümlichkeit, die uns lehrt, daß die Temperatur der warmblütigen Thiere die Auflösung der Speisen befördern mag, aber dazu nicht nothwendig ist, daß also die kaltblütigen Thiere, die Fische z. B., indem auch sie eine verdünnte saure Flüssigkeit als Magensaft besitzen, darin ein Auflösungsmittel für Fibrin haben (für das Casein gleichfalls, p. 1017).

Wird Fibrin mit 1/2 Tausendtel Salzsäure und Wasser bei 37°,5 digerirt, so wird es nach einigen Stunden aufgelöst; man kann durch Filtration eine klare Flüssigkeit absondern, die als eine Auflösung von Fibrin anzusehen ist. Kohlensaures

Ammoniak präcipitirt diesen Stoff reichlich aus der Auflösung.

Die Zusammensetzung von Fibrin ist, nach Versuchen, die ich früher und noch unlängst mit Prof. Schloßberger angestellt habe, um 0,9 % Unterschied im Kohlenstoffgehalt anders, wie die, welche p. 312 angegeben wurde. Nämlich C = 75,12 gesetzt, ist sie wie folgt:

| | | |
|---|---|---|
| C = 75,12 | C = 76,437 | |
| C — 52,66 | | 53,54. |
| H — 6,93 | | |
| N — 15,57 | | |
| O — 23,37 | | |
| S — 1,20 | | |
| P — 0,33 | | |

Die Zusammensetzung des Niederschlages, welcher durch kohlensaures Ammoniak aus einer salzsauren Auflösung von Fibrin erhalten wurde, (C = 75,12) ist:

C — 52,69
H — 6,88
N — 15,85
S — 1,06.

Der Phosphor wurde nicht bestimmt, aber aus dem Gehalt an C, H, N und S mag man auf einfache Auflösung, und also auch Wiederausscheidung von Fibrin schließen (Scheik. Ond., Deel III., p. 470 und 473.)

Bei der Verdauung wird das Fibrin also im Magen bloß aufgelöst, nicht verändert; es wird in dem Thier, welches damit gefüttert wird, im unveränderten Zustand in's Blut geführt.

Derselbe Versuch, mit $1/2$ Tausendtel Salzsäure und einem Stück Schweineblase oder Schweinemagen wiederholt, liefert dasselbe Resultat. Ich läugne nicht, daß bei dem letzten Versuch die Auflösung etwas schneller zu Stande kommt, oder etwas mehr gelöst wird, aber nothwendig ist kein Bestand-

theil einer Schleimhaut, um die Auflösung des Fibrins zu bewirken. Mit Salzsäure geschieht sie vollkommen. Fibrin, welches mit Alkohol in Berührung gewesen ist, bedarf, außer Säure, auch organische Stoffe zur Lösung; in bloßer Salzsäure wird es nicht aufgelöst.

Derselbe Versuch mit coagulirtem Eiweiß aus Hühnereiern wiederholt, liefert, bei Anwendung derselben Säure und von Stücken derselben Blase und desselben Magens, bei der Digestion unter denselben Umständen nicht dieselben Resultate, denn das Eiweiß wird viel träger aufgelöst. Filtrirt man aber die durch Säure und Blase, oder die durch Säure und Magen erhaltene Auflösung, so erhält man darin durch kohlensaures Ammoniak einen Niederschlag. Bloße verdünnte Säure greift Eiweiß nicht oder höchst unvollkommen an, so daß die beigemengten organischen Stoffe hier von merkbarem Einfluß sind. Salzsäure zu $^1/_{100}$ mit Magen befördert die Auflösung von Eiweiß viel schneller.

Stückchen von Eiweiß, die in verdünnter Salzsäure bei 37°,5 8 Tage lang unangegriffen geblieben waren, wurden nach Hinzufügung von einem Stück Schweinemagen in wenigen Stunden aufgelöst.

J. Vogel hat gefunden*), daß coagulirtes Albumin und Fibrin, in pepsinhaltigem, mit Salzsäure gemengten Wasser aufgelöst, durch Kochen nicht coagulirt und durch Alkohol nicht sehr stark niedergeschlagen werden. Durch Sättigen der Salzsäure mit kohlensaurem Natron entstand ein gelatinöser Niederschlag, welcher nicht filtrirt werden konnte und in vielem Wasser unlöslich war. Dieser Stoff wird durch Blutlaugensalz und durch Galläpfeltinctur reichlich niedergeschlagen, und auch durch Metallsalze.

Vogel schließt aus der Menge von Kohlensäure und Stickstoff, welche Eiweiß, das der Auflösung durch Salzsäure

*) Ann. d. Chem. u. Pharm., Bd. 30., S. 37.

und Magen ausgesetzt war, beim Verbrennen mit Kupferoxyd gab, daß es unverändertes Eiweiß geblieben sei. Daraus kann dieser Schluß indeß nicht gezogen werden.

Ich habe durch Analysen diesen Gegenstand näher untersucht und wirklich die Zusammensetzung des Eiweißes hierbei unverändert bleiben sehen. Die Auflösung des Eiweißes geschah durch Salzsäure und Lab, und aus der filtrirten Flüssigkeit wurde das Eiweiß durch kohlensaures Ammoniak wieder niedergeschlagen (Scheik. Ond., Deel IV., p. 398). Eine kleine Verunreinigung mit Bestandtheilen von Lab ist hierbei in Rechnung zu bringen, aber diese kann nicht von merklichem Einfluß sein. (C = 72,12).

| | Eiweiß. | Aufgelöst und wieder niedergeschlagen. |
|---|---|---|
| C | 53,5 | 53,0 |
| H | 7,0 | 6,9 |
| N | 15,5 | 15,8 |
| O | 22,0 | 22,5 |
| S | 1,6 | 1,8*) |
| P | 0,4 | |

Coagulirtes Eiweiß wird demnach durch eine verdünnte Säure, von organischen Stoffen unterstützt, unverändert aufgelöst; im Magen bleibt also Eiweiß Eiweiß.

Wenn man denselben Versuch wiederholt mit Fleisch, so bekommt man dieselben Resultate, wie mit Fibrin. Fleisch wird in verdünnter Salzsäure, in Salzsäure mit einem Stückchen Blase oder Magen, eben so schnell aufgelöst, und nach dem Filtriren der Auflösung erhält man durch kohlensaures Ammoniak einen starken Niederschlag. Alle diese Niederschläge von Fibrin, Eiweiß, Casein, Fleisch, welche aus der salzsauren Lösung durch kohlensaures Ammoniak erhalten werden, zeigen

*) Der Phosphor ist nicht bestimmt, aber wahrscheinlich abwesend. (S. Scheik. Ond., Deel IV., p. 418).

in ihren Eigenschaften Verschiedenheiten; aber man kennt sie zur Zeit noch nicht, also auch noch nicht ihre gegenseitige Beziehung.

Hausenblase in Platten, in den oben genannten sauren Flüssigkeiten mit Magen oder Blase, oder in bloßer verdünnter Salzsäure bei 37°,5 aufbewahrt, wird, außer ein wenig unlöslichen Theilen schnell aufgelöst, in Wasser unter diesen Umständen bloß weich, — nicht aufgelöst, eben so wenig wie einer der vorigen Stoffe. Die helle Flüssigkeit von bloßer verdünnter Salzsäure und Hausenblase filtrirt und mit kohlensaurem Ammoniak gesättigt — wodurch kein Niederschlag entsteht — giebt mit Chlor und mit Gerbsäure einen starken Niederschlag von Leim.

Die Hausenblase wird also bei dieser Auflösung nicht verändert; aber sie scheint, wenn sie länger im Magen bleibt, dies Vermögen zu verlieren (Tiedemann und Gmelin)*).

Von Chondrin wissen wir nichts, eben so wenig von elastischem Gewebe. Die Zellen von Knorpel schwellen im Magensaft erst auf, und scheiden sich von der körnigen Grundlage; weiterhin lösen sie sich auf und lassen bloß die

*) Bernard und Barreswil haben (Journ. de Pharm. et de Chim., Juin 1844, p. 425) Versuche angestellt mit Zucker, Albumin und Hausenblase, in Bezug auf die Fähigkeit dieser Stoffe, assimilirt zu werden. Sie spritzten Auflösungen dieser Stoffe in die Jugularvenen von Hunden, und fanden jeden Stoff im Urin wieder. Wurden diese Stoffe zuvor einige Stunden mit Magensaft von einem Hund digerirt, so fanden sie, nach Einspritzung dieser Auflösung in die Vena jugularis, den Zucker und den Eiweißstoff nicht, den Fischleim wohl im Urin. Endlich bei gewöhnlicher Verdauung dieser drei Stoffe im Magen fanden sie wiederum Eiweiß und Zucker nicht, Fischleim wohl im Urin.

Daraus schließen sie, daß die zwei ersten assimilirbar sind, Fischleim dagegen nicht.

Aus diesen Versuchen folgt, daß der Urin von Menschen, die Fleisch genießen, und der Urin von Fleisch fressenden Thieren, Leim enthalten muß, was durch keine Erfahrung bestätigt wird. Was vom Leim gilt, muß immer vom Leim gebenden Gewebe gelten. Selbst Leim müßte ein gewöhnlicher Bestandtheil des Urins aller Thiere sein, die leimgebendes Gewebe besitzen, denn was von diesen Geweben in auflöslichen Zustand tritt, ist nicht assimilirbar, nach den Versuchen; die leimgebenden Gewebe der Thiere werden mit der Zeit durch andere ersetzt; was ersetzt wird, muß wenigstens aufgelöst werden können, aber umgesetzt kann es nach diesen Versuchen nicht werden; es muß im Urin vorkommen.

Ich meine, daß die Erfahrung diese Resultate und die Schlüsse, die sich daraus ziehen lassen, widerlegt hat.

Kerne zurück, die mit andern kleinen Kügelchen als Flocken zu Boden sinken (Wasmann, de digestione nonnulla, p. 28).

In Zucker verwandelbare Nahrungsstoffe in der Mund- und Magenhöhle. Sowohl der Speichel wie der Magensaft, sowohl die verdünnten Säuren, die darin vorkommen, wie die organischen Stoffe, welche darin gefunden werden, haben dasselbe Vermögen, Amylum, Flechtenstärke, Inulin, Pflanzenschleim, Gummi, Dextrin, Cellulose, Rohrzucker 2c. in Traubenzucker zu verwandeln. Ueber die meisten dieser Stoffe ist schon p. 931 und 953 gesprochen, hier noch ein Wort über einige derselben, was ihre Veränderung im Magen betrifft.

Die Cellulose verdient eine besondere Betrachtung. Dieser so allgemein im Pflanzenreich verbreitete Stoff ist, so wie wir früher sahen, sehr beständig gegen die Einwirkung von Alkalien; er wird jedoch, nach der Wahrnehmung von Payen, durch eine verdünnte Säure bei Digestionstemperatur in Dextrin und Zucker verwandelt, ebenso wie der Pflanzenschleim, nach der belangreichen Wahrnehmung von Schmidt.*) Ob sie nun diese Veränderung in den Eingeweiden aller Thiere erleidet, ist nicht bekannt. Leuwenhock sah sie unverändert als Zellenhäute in den Excrementen einer Kuh. Ist die Cellulose incrustirt und mit dicken Lagen von mittlerem Holzstoff belegt, so ist sie für jede verdauende Flüssigkeit unerreichbar und dann gewiß in dem Magen der meisten Thiere unlöslich; aber es ist die Frage, ob die nicht incrustirte Cellulose, welche so mannigfach im Pflanzenreich vorkommt, nicht für viele Thiere eine Nahrung ist. Es scheint kaum zweifelhaft bei den Thieren, welche ausschließlich von Pflanzennahrung leben, und vielerlei Pflanzentheile genießen, worin der Zelleninhalt das Protein herbeiführen mag, in welchem Zelleninhalt aber zu wenig andere Stoffe vorkom-

---

*) Scheik. Onderz. Deel III, p. 29.

men, als daß das, was anderen im Amylum, Gummi und Zucker gegeben wird, daraus sollte gezogen werden können. Selbst bei den wiederkäuenden Thieren, bei denen das Wiederkäuen sicher mit dazu dient, den Inhalt der Zellen, des Grases z. B., so viel wie möglich nach außen zu legen, muß die Zellenwand äußerst fein zertheilt werden; und dient hier die Zellenwand, so weit sie aus Cellulose besteht, nicht als Nahrung, so bleibt es ein Räthsel, wovon die Kuh, die Gras genießt, so gut genährt werden kann.

Wird die Cellulose wirklich bei vielen Thieren in den ersten Wegen aufgelöst, so entsteht daraus Dextrin und Zucker, wie aus dem Versuch von Payen (p. 202) unmittelbar folgt, und dann dient sie beim Genuß von Pflanzennahrung zu demselben Zweck, wozu Amylum, Gummi, Zucker und Pflanzenschleim dienen.

Während also einige Gründe dafür sprechen, daß Cellulose bei der Verdauung in Zucker übergeht, muß man weit entfernt sein, anzunehmen, daß alle Cellulose von genossener Pflanzennahrung in Zucker übergehe; es scheint, daß eine Sorte von Cellulose dazu mehr geneigt ist, wie eine andere; wahrscheinlich haben wir gegenwärtig verschiedene Körper unter diesem Namen aufgenommen*).

Die Pectose ist ein Stoff der verdickten Zellenwand solcher Pflanzentheile, welche durch Kochen mit Kali Pectinsäure geben. Diese Säure existirt nicht als solche in den Pflanzen, wie mir Versuche, die ich nach Niederschreibung des oben p. 246 u. f. hierüber Angeführten anstellte, gezeigt haben. (Scheik. Ond., Deel III, p. 169).

Kocht man z. B. fein zertheilte Knollen, die gut mit kaltem Wasser ausgezogen sind, mit Wasser aus, so erhält man in der Flüssigkeit keine Pectinsäure, aber Zucker und eine

*) Von der Hefe-Cellulose habe ich die verschiedene Natur angedeutet. Scheik. Ond. Deel II, p. 455. v. Baumhauer, über Psytelephas, p. 52.

in Wasser lösliche Säure, welche mit Pectinsäure gleiche Zusammensetzung zu haben scheint. Kocht man Knollen, mit kaltem Wasser gut ausgezogen, mit Salzsäure aus, so hat man Zucker und dieselbe auflösliche Masse zu erwarten. In beiden Fällen ist man nach dem Auskochen der Knollen nicht im Stande, durch Kali eine so große Menge Pectinsäure aus den Knollen zu erhalten, als wenn man sie unmittelbar mit Kali behandelt.

Bei gewöhnlicher Temperatur läßt sich aus Knollen, die mit Wasser ausgelaugt sind, durch Kali keine Pectinsäure ausziehen; es ist hierzu ein höherer Wärmegrad nöthig.

Bei allen diesen Versuchen nimmt die dicke Zellenwand an Menge ab, beim Kochen von Knollen mit Wasser, mit Salzsäure oder mit Kali; die Zellenwand liefert also, nach Verschiedenheit der Einflüsse, Zucker, Pectinsäure oder die auflösliche Säure (Parapectinsäure), und es verdient daher aus diätetischem Gesichtspunkt unterschieden zu werden, ob gekochte oder rohe Knollen, dann wohl Pectinsäure genossen wird. Im ersten Fall wird aus der verdickten Zellenwand (Pectose) eine große Menge Zucker gebildet, mit Parapectinsäure, von deren Veränderung in dem Speisekanal wir gegenwärtig nicht weiter Rechenschaft geben können, eben so wenig, wie von der Pectinsäure. Aber so viel ist wenigstens sicher, daß aus diätetischem Gesichtspunkt die Knollen, und also auch alle Pflanzentheile, welche mit Kali bei Siedhitze Pectinsäure geben, roh oder gekocht genossen, nicht als Pectinsäure, sondern der Hauptsache nach als Fruchtzucker angesehen werden müssen, und sie also nährend sind, so wie amylumartige, Dextrin oder Zucker bildende Stoffe.

Bouchardat und Sandras haben (Compt. rend., Jan. 1845, Nr. 3, p. 143) Versuche angestellt über die Verdauung von Rohrzucker, und bei Hunden, mit Zucker gefüttert, denselben im ganzen Darmkanal gefunden, zum Theil noch als Rohrzucker, zum Theil als Milchsäure. Der Urin

nimmt nach einigen Tagen Spuren von Zucker auf, und sie fanden denselben auch in der Galle, dem Blut, dem Chylus. Im Magen wird nach ihnen Rohrzucker in sucre interventi (?) und Milchsäure verwandelt, und sie glauben, daß unter diesen beiden Formen die Bestandtheile des Zuckers ins Blut übergeführt werden. Als Glucose und sucre interventi als Nahrung gegeben wurden, fanden sie keine Spur davon im Urin; sie meinen, daß diese zwei schnell zersetzt werden. Wird Rohrzucker als Nahrung gegeben, so muß er in sucre interventi oder Milchsäure umgesetzt werden, um, ins Blut gelangt, zersetzt zu werden.

Sie meinen, daß diese zwei Producte beim Athmen unmittelbar in Kohlensäure und Wasser zersetzt werden und keine Zwischenproducte bilden; sie fanden bloß ein wenig ameisensaures Natron im Blut.

Versuche, die sie über unverändertes Amylum anstellten, haben ihnen gezeigt, daß beim Menschen und bei den fleischfressenden Thieren die Amylumkörner größtentheils unverändert in den Excrementen wieder austreten. Bei pflanzenfressenden Thieren fanden sie das rohe Amylum im Magen nicht verändert, aber in den dünnen Därmen beginnt die Veränderung, und die Amylumkörner werden vertheilt und aufgelöst. Jod bewirkt zwar noch Farbenveränderung, aber man entdeckt doch auch Dextrin und Glucose in der Masse. Die ganze Masse fanden sie in den dünnen Därmen alkalisch, während die im Coecum sauer reagirte. Hier fanden sie noch Amylumkörner, aber auch Dextrin, Glucose und Milchsäure.

Bei den körneressenden Vögeln fanden sie die Veränderung des Amylum viel stärker, wie bei den Säugethieren. Bei einigen Vögeln fanden sie am Ende der dünnen Därme keine Amylumkörner mehr.

Die Auflösung von gekochtem, in Kleister verwandeltem Amylum beginnt nach ihnen beim Menschen und

den Fleisch fressenden Thieren im Magen, und im Darmkanal fanden sie Dextrin, Glucose und Milchsäure.

Wird gleichzeitig mehr als 1 Gramm (bei einem alten Hund) von Zucker — er sei als Futter gegeben oder aus Amylum im Speisekanal entstanden — in die Blutmasse geführt, so wird nach Bouchardat und Sandras Zucker im Urin gefunden. Es scheint dann zu viel eingeführt zu werden, um chemisch im Blut umgesetzt werden zu können. Aber wie sie dies gefunden haben, ist nicht angegeben; es scheint eine Vermuthung zu sein*).

Diesen stehen die folgenden Resultate geradezu entgegen.

Wird Zucker ins Blut gebracht, so findet man ihn im Urin wieder, aber keine Spur davon, wenn er zuvor mit dem Magensaft in Berührung gewesen ist (Bernard). Mialte meint, daß das Alkali des Bluts Traubenzucker und Dextrin chemisch umsetzt, und unter andern einen Stoff daraus bildet, welcher ein sehr starkes Desoxydationsvermögen hat, so daß er Eisenoxydsalze zu Oxydulsalzen, Bleiperoxyd zu Bleioxyd und Kupferoxydsalze zu Oxydulsalzen und selbst zu Metall reduciren kann.

Bei Diabetes soll nach Mialte das nöthige Alkali zur Zersetzung des Zuckers fehlen, und darum Zucker im Urin gefunden werden**).

Es ist bekannt, daß Traubenzucker unter dem Einfluß von Alkalien in Glucinsäure verwandelt wird, und daß Inulin selbst essigsaures Bleioxyd zu Metall reduciren kann***).

Es ist daher wohl möglich, daß Zucker als Glucose in das Blut kommt, aber das anwesende Alkali muß rasch

---

*) Auch haben sie gefunden, daß Glucose und Zucker nicht durch die Chylusgefäße, sondern durch die Adern aus den Därmen in die Blutmasse übergeführt werden.

**) Compt. rend., 15. Avril 1844, p. 707.

***) Scheik. Onderz., Deel 1., p. 289. Nach Blondeau de Carolles soll sich Zucker durch Casein in Essigsäure verwandeln können, ohne etwas zu verlieren oder aufzunehmen. Compt. rend., 15. Avril 1844, p. 695.

Glucinsäure daraus bilden ($C_8 H_{10} O_5$. Bulletin 1840, p. 36). Diese Glucinsäure ist einer sehr raschen Zersetzung fähig; aber sie ist noch nicht im Blut gefunden, und man weiß noch nicht, welche Stelle sie da einnimmt. Man hat Zucker im Blut gefunden; er wird daher nicht gänzlich in Glucinsäure verwandelt.

Nach Magendie kommt auch Dextrin im Blut vor; aber er hat nicht angegeben, auf welche Weise er dies gefunden hat. Von Amylum oder Pflanzenschleim ist keine Spur im Blut angetroffen, und von allen p. 916 aufgezählten Körpern haben wir es daher allein oder hauptsächlich mit Zucker zu thun, als dem allgemeinen Stoff, welcher das Product ihrer Umsetzung im Mund und dem Magen ist.

Die Verschiedenheit in der Länge des Darmkanals bei fleisch- und bei grasfressenden Thieren hängt nicht, wie man früher meinte, davon ab, daß die Nahrung aus dem Pflanzenreich eine größere Bearbeitung nöthig hat, wie die aus dem Thierreich, und deshalb die grasfressenden Thiere einen mehr zusammengesetzten Magen und längeren Darmkanal haben, sondern einfach davon, daß bei fleischfressenden Thieren die Auflösung und Ausziehung der Nahrungsstoffe schneller zu Stande kommt, wie bei grasfressenden. Wenn Eiweiß, Gluten, Amylum, Dextrin, Zucker, Pectose, Fette in Pflanzenzellen eingeschlossen sind, kann bloß durch ein längeres Verweilen der Speisen in den Eingeweiden durch endosmotischen Wechsel eine Auflösung und Ausziehung dieser Stoffe zu Stande kommen, oder es muß, durch langes und wiederholtes Kauen eine Trennung der Zellenhäute bewirkt werden, wobei indeß die Stoffe, welche in der Zellenwand selbst enthalten sind, wie coagulirtes Eiweiß, Pectose ꝛc., selbst dann nicht durch langes Verweilen in auflösenden Flüssigkeiten ausgezogen werden können.

Das alles ist beim Genuß thierischer Nahrung unnöthig; die Nahrungsstoffe sind hier, nach gehörigem Kauen, in unmittelbarer Berührung mit den auflösenden oder umsetzenden

Flüssigkeiten der ersten Wege, und es wird also, das Uebrige für thierische und Pflanzennahrung gleich gesetzt, so fern es nämlich die Auflösung und Umsetzung betrifft, zum Ausziehen beim Genuß von Pflanzennahrung viel mehr Zeit erfordert.

Damit hängt es denn auch zusammen, daß die grasfressenden Thiere mit einem System von Mägen versehen sind, wovon wir bei den fleischfressenden bloß einen wiederfinden, und daß sie einen viel längern Speisekanal haben, wie letztere. Man hat sogar beobachtet, daß fleischfressende wild lebende Thiere, wenn sie Hausthiere werden und also gemengte Nahrung bekommen, einen längern Darmkanal erhalten. Dies ist namentlich von den Katzen aufgezeichnet.

Sei es nun, daß durch das Kauen die Speisen mit Speichel gemengt und zugleich fein zertheilt werden, sei es, daß sie, wie bei den Vögeln, ungekaut durchgeschluckt und im Kropf weich gemacht und mit der noch nicht näher bekannten Kropfflüssigkeit durchweicht werden; der Speisebrei kommt in den Magen und wird hier stets denselben Einflüssen ausgesetzt, mag das Thier wiederkäuend sein oder nicht, dem Einfluß nämlich von schwachen Säuren und in Umsetzung begriffenen organischen Stoffen.

Ist die Masse der festen Stoffe groß und sind dieselben keiner Aufweichung oder Auflösung fähig, so können sie lange im Magen bleiben und Anlaß zur Indigestion geben. Der Magen erschöpft sich an Magensaft, und nach einiger Zeit treten krankhafte Abscheidungen ein, die durch eine belegte Zunge sich zu erkennen geben und von Gasentwickelung oder Entwickelung von Essigsäure und Milchsäure und bei Fetten von Buttersäure ꝛc. gefolgt sind (rancor).

Wenn wir beachten, wie schnell manche Stoffe in den Urin übergehen, so müssen wir dafür halten, daß im Magen nicht bloß Ausziehung und Auflösung, chemische Umsetzung von Nahrungsstoffen zu Stande kommt, sondern daß vom Mageninhalt auch mehr oder weniger, vielleicht sehr viel durch die

Adern absorbirt und ins Blut geführt wird. Seit es bekannt ist, daß die Adern für die Därme die Hauptorgane von sogenannter Absorption sind, ist kein Grund, den Adern des Magens nicht dasselbe Vermögen zuzuschreiben. Wird Jodkalium in den Magen gebracht, so läßt sich in wenigen Minuten im Urin Jod nachweisen*). Daß nun weder das Jod allein, noch überhaupt eine bestimmte Klasse von Stoffen diese Eigenschaft besitzt, ist durch vielfache Erfahrung an Spargeln, vielerlei irritirenden Giften, Rhabarber 2c. ausgemacht.

Es ist daher kein Grund vorhanden, warum nicht auch aufgelöste Nahrungsstoffe, z. B. Bouillon, Leimauflösung, Pflanzensäuren, mit einem Wort, alles was auflöslich im Magen ist und endosmotisch mit austretenden Stoffen wechseln kann, im Magen sowohl wie in den Därmen soll absorbirt werden können.

Ist dies wirklich so — und es ist nicht daran zu zweifeln — dann ist eine fernere Verarbeitung von Stoffen in den Därmen für einen mehr besondern Zweck, für die Umsetzung gewisser Körper, deren Veränderung im Magen noch nicht vollendet ist, dienlich.

Es liegt auch in der Natur der Sache, daß das, was geeignet ist, ins Blut zu treten, sowohl aus dem Magen wie aus den Därmen darin übergehen kann; und mag es geeignet sein oder nicht, die Erfahrung lehrt, daß es ins Blut übergeht.

In dieser Hinsicht ist der erste Theil der dünnen Därme, bevor Galle und Pancreasflüssigkeit sich darin ergossen haben, dem Magen vollkommen gleich; die Speisen erleiden darin keine andere Umsetzung wie im Magen; aus ihm wird nichts anderes absorbirt werden, wie im Magen aus demselben aufgenommen wird. Die Proteinverbindungen sind zum Theil in den auflöslichen Zustand übergegangen, die Zucker hervor-

*) J. A. Mulder in Nederl. Lancet. 1846.

bringenden zum Theil in Zucker verwandelt; von beiden kann ein Theil durch die Adern vom Magen und dem ersten Theile des Duodenums aufgenommen werden; keine Beobachtung und kein Versuch spricht dagegen, viele im Gegentheil bestätigen es. Die Fette bleiben im Magen unverändert, die Pflanzensäuren wahrscheinlich ebenfalls.

## Nahrungsstoffe in den Därmen.

Von dem Augenblick an, wo Galle und Pancreassaft zugetreten sind, entsteht im Darminhalt eine wesentliche Veränderung. Die Galle schlägt alle Proteinverbindungen, die schon aufgelöst waren, wieder nieder, macht sie unlöslich und es muß also in dem tieferen Theil des Darmkanals ein neues Auflösungsmittel zugeführt werden, wenn sie ins Blut übergehen sollen. Die Zucker bildenden Stoffe müssen in ihrer Umsetzung — welche unter dem Einfluß verdünnter Säuren geschieht — einen gewissen Stillstand erfahren; die Fette fangen an zum Theil unverseift durch die vasa lactea aufgenommen zu werden und machen den Chylus milchig; daher viele Fettkügelchen im Chylus. Die Pflanzensäuren werden theils unverändert absorbirt, theils bilden sie kohlensaure Salze, die durch die vasa lactea mit aufgenommen werden. Der entstandene Zucker tritt wiederum durch die vasa lactea in die Blutmasse.

Wohin werden die Proteinverbindungen dann geführt? Sie können in dem ersten Theil der dünnen Därme, nach dem Eintreten der Galle, nicht absorbirt werden, weil sie in Wasser unlöslich sind.

Außer dem Dienst, den die Galle verrichtet, um dem Darminhalt eine in Umsetzung begriffene Flüssigkeit darzubieten, außer dem noch dunkeln Einfluß der Pancreasflüssigkeit, dessen Eiweißstoff durch die Galle mit niedergeschlagen wird, sind zunächst in den dünnen Därmen, und ebenso in den dicken

Därmen noch wichtige Einflüsse auf den Inhalt derselben zu betrachten.

Zunächst müssen wir in Erwägung nehmen, wie durch endosmotischen Wechsel ein Gemenge in den Därmen zu Stande kommt, worin viele Bestandtheile des ausgetretenen Blutwassers angetroffen werden müssen.

Dieses Austreten von Blutwasser ist von großer Wichtigkeit. Aus den Versuchen von Magendie (p. 953) ist hervorgegangen, daß alle mit Nahrungsflüssigkeit durchdrungenen Stoffe des Organismus das Vermögen haben, Amylum in Zucker zu verwandeln; Cellulose, Pflanzenschleim ꝛc. werden auf gleiche Weise dadurch verändert. Blutserum hat dasselbe Vermögen. Es giebt also im Blut einen Stoff, oder ein Gemenge, welchem ebenso, wie den organischen Stoffen des Magens, der Name Pepsin zukommt. Indem der Darminhalt und das Blutserum endosmotisch wechseln, treten immer neue Mengen von diesem Pepsin in die Därme ein, und werden also dem Inhalt der Därme immer neue Mengen von einem Mittel zur Zuckerbildung dargeboten. Nicht die durch die Magenwände endosmotisch auswechselnden Blutbestandtheile, nicht das Magen-Pepsin allein, sondern auch Duodenum-Pepsin, Jejunum-Pepsin, Ileum-Pepsin, oder, lieber gesagt, gewisse organische Stoffe des in die dünnen Därme tretenden Blutserums, unterhalten, befördern die Umsetzung von Stelle zu Stelle.

In dieser Art ist die Endosmose und Exosmose in den Därmen, in Verbindung mit der schönen Entdeckung von Magendie, der Schlüssel zur Hauptverrichtung der dünnen Därme, der Bildung nämlich von Zucker, und zugleich ein Mittel, auf das Magenpepsin zu verruimen (erweitern?).

Durch das Austreten von Blutwasser, wodurch allein ein Eintreten des Darminhalts möglich wird, wird der Darminhalt allmählich minder sauer und endlich alkalisch durch das Alkali des Blutserums. Dadurch wird ein letzter Prozeß der Verdauung zu Stande gebracht, welcher von ganz anderer

Art sein muß, wie Auflösen und Alles, was Säuren außerdem hervorbringen können.

Das alkalische Serum, welches aus den Blutgefäßen tritt, liefert zunächst der Fellinsäure und Cholinsäure der Galle, welche entstehen, Natron, und läßt das Ammoniak des zersetzt werdenden Bilins frei werden, welches dann auflösend auf vorhandene Stoffe wirken kann. Alle Proteinverbindungen sind in Ammoniak löslich, und das vorhandene Wasser macht also den alkalischen Inhalt der dicken Därme geschickt, seine Proteinverbindungen, die noch vorhanden sind, durch das Blut aufnehmen zu lassen.

Aber das Alkali hat hier noch einen andern Dienst zu erfüllen. Bei 37°,5 kann ein schwaches Alkali aus Käsestoff, aus Eiweiß, aus Faserstoff Protein bilden, unter Ausscheidung von Ammoniak, und unter Bildung von Sulphuret und Hyposulphit, von Natrium z. B. (p. **916** und **1005**).

Daher denn ein Theil des Schwefelwasserstoffs, welchen die Faeces von sich geben, oder der als Gas ausgetrieben wird, indem hier oder da eine Säure anwesend ist, wodurch Schwefelnatrium und Wasser zersetzt werden. Ein Theil davon wird indeß auch durch die Sulphate geliefert, ebenso wie in stillstehenden Wässern.

Während nun aus den schwefelhaltigen Proteinverbindungen Schwefel abgeschieden wird, wird aus den phosphorhaltigen auch Phosphor frei.

Das Wichtigste jedoch bei diesem Prozeß ist, daß aus den als Speisen genossenen Schwefel- und Phosphor-Proteinverbindungen Protein gebildet wird.

Ein Alkali bei Digestionstemperatur kann nicht ohne Einfluß bleiben auf die Antheile Sulphamid und Phosphamid, die in den eiweißartigen Körpern gefunden werden; es muß ein Theil, wie wir es früher nannten, entschwefelt werden, und geschieht dies wirklich, so gelangt die organische Gruppe, die wir Protein nennen, ins Blut, mit einer gewissen Menge

$S_2$ $O_2$ verbunden. Es bleibt der ferneren Nachforschung überlassen, diese Stoffe im Blut zu finden.

Wenn Hühnereiweiß in Bluteiweiß verwandelt wird, so muß es Sulphamid verlieren, und wohl von 3,2 auf 2,6 Proc. (Scheik. Ond., Deel IV, p. 223 und 226). Diese Veränderung kann auch unter dem Einfluß der Alkalien in den dicken Därmen statt finden.

Was das Alkali der dicken Därmen außerdem verrichtet, ist gegenwärtig nicht wohl anzugeben.

Die Veränderung, welche der Darminhalt erleidet, nachdem Galle und Pancreassaft zugetreten sind, ist zunächst ein Niederschlagen von Bilifellinsäure mit allen aufgelösten Proteinverbindungen, ferner von Gallenschleim durch die Säure des Magen- und Darmsaftes, drittens ein Niederschlag von Galle selbst, von Fellinsäure, die weiterhin in Cholinsäure und Dyslysin verwandelt wird. Der Brei wird dadurch consistenter, verliert aber auch an Feuchtigkeit, dadurch daß dieselbe fortwährend daraus absorbirt wird; durch die Galle hat er eine gelbbraune Farbe angenommen. Der Inhalt wird weniger sauer, im Maaße als er mehr in die dicken Därme rückt; bei vielen Thieren ist er schon in dem untersten Theil der dünnen Därme alkalisch. Die Beschaffenheit des Breis ist sehr verschieden je nach der genossenen Nahrung.

Die Neigung zu Desoxydation, welche im Darminhalt verspürt wird, läßt Gase entwickeln, unter denen Wasserstoff einen Hauptplatz einnimmt; ferner Stickstoff aus der Luft, von welcher der Sauerstoff verschwunden ist, und Kohlensäure, welche letztere theils aus dem kohlensauren Alkali der Galle, theils aus dem des Blutserums durch den sauren Darminhalt entwickelt wurde.

Daß diese Gase, was Kohlensäure und Wasserstoff anlangt, zum Theil auch Producte der Zersetzung des Darminhalts sind, ist deutlich genug. Der Sauerstoff der Luft, nebst dem der zersetzten Stoffe, läßt diese Kohlensäure entstehen, in

so weit sie nicht aus den kohlensauren Salzen frei wurde. Der Wasserstoff ist auch ein Product von Gährung. Es ist bemerkenswerth, daß unter diesen Gasen der dünnen Därme im gesunden Zustand so selten Kohlenwasserstoffgas vorkommt.

Der Speisebrei wird in den dicken Därmen in seiner Natur verändert. Zunächst macht es einen wesentlichen Unterschied, daß er hier alkalisch ist. Er wird dies mehr und mehr, nach Maaßen, als er aus einem tiefer liegenden Theil der dicken Därme untersucht wird. Im Blinddarm ist der Inhalt manchmal sauer, was man von der Ergießung eines Secrets aus der wurmförmigen Verlängerung dieses Darms abgeleitet hat, und welche saure Reaction um so stärker gefunden wird, je mehr schwer verdauliche Speisen genossen wurden und in den Blinddarm traten. Andere haben diese sauren Stoffe von der ganzen Oberfläche des Darms abgeleitet, ebenso wie den Magensaft von den Wänden des Magens, und dies hat Valentin*) bewogen, mit Stückchen vom Blinddarm, die mit verdünnter Salzsäure oder Galle vermengt wurden, Fleisch, Eiweiß und andere Stoffe in Berührung zu bringen, um zu sehen, ob sie ähnlich wirken, wie der Magen oder die daraus ausgezogenen Stoffe. Das Resultat dieser Versuche zeigte, daß Proteinkörper auch hier aufgelöst werden, und daß die Galle, mit oder ohne Schleim, dieser Auflösung nicht hinderlich ist, wie Schulz behauptet hat. Da indeß Schweineblase und andere organische Stoffe auch ähnliche Resultate geben (p. 962), so läßt sich hieraus in Betreff der Wirkung des Blinddarms oder der daraus abgesonderten Säure nichts Bestimmtes schließen. — Die Sache ist noch im Unsichern, und es scheint mir, daß man mehr aus der Form des Darms, dem wurmförmigen Anhängsel, den im Darm vorkommenden tiefen Falten, und dem dadurch bewirkten längeren Verweilen der Contenta in demselben, auf die Wichtigkeit seines Dienstes, auf eine zweite

*) Physiologie I. p. 353

Magenverrichtung in demselben geschlossen hat, wie aus unmittelbaren Versuchen über sein Verdauungsvermögen. Daß er indeß einen wichtigen Antheil an der Verdauung nimmt, folgt schon daraus, daß er ein Darm ist, aber welchen Antheil er daran nimmt, ist unbekannt. Bei den Herbivoren ist der Blinddarm in der Regel sehr stark entwickelt, bei den Carnivoren fehlt er zuweilen ganz oder beinahe, und er hält also gleichen Schritt mit der Entwickelung des Darmkanals bei Herbivoren und Carnivoren im Allgemeinen.

Im Blinddarm fängt inzwischen eine andere Zersetzung der Stoffe an, wie die, welche in den dünnen Därmen wahrgenommen wird. Ein anderer Gasgehalt zeigt sofort eine andere Umsetzung. Der Stickstoff behält die Oberhand, aber die Menge der Kohlensäure hat sehr zugenommen, und mit dem Wasserstoff ist Kohlenwasserstoff, in größerer oder geringerer Menge auch Schwefelwasserstoff gemengt, welche Gasentwickelung zunimmt, im Maaße, als man dem Rectum sich nähert. Dabei wird der Geruch ganz verändert. Es stellt sich ein ganz eigenthümlicher Geruch ein, der noch nicht erklärt ist, der aber auch entsteht, wenn man Proteinverbindungen mit Kali schmilzt und mit einer Säure übergießt oder der Luft aussetzt. Das Alkali der dicken Därme, auf die Proteinverbindungen wirkend, ist sicher die Ursache dieses Gestankes: aber was dadurch hervorgebracht wird, ist unbekannt. Es war Liebig vorbehalten, diesem Gestank der Excremente auf die Spur zu kommen*). Der Gestank hängt jedoch auch von der genossenen Nahrung und der Art des Thieres ab.

Von der eigentlichen Natur des Inhalts der dicken Därme ist noch sehr wenig bekannt. Solche Kenntniß ist gegenwärtig auch noch unmöglich; sie folgt erst der Kenntniß aller andern Stoffe des Darmkanals und der Speisen. Kennen wir den Speichel noch unvollkommen, den Magensaft nur zweifelhaft,

*) Ann. d. Chem. u. Pharm. 1846, Juni.

den Pancreassaft noch gar nicht; fangen wir erst an, die Galle zu kennen; wie soll man dann ein Product von diesem allen zusammen und von nur zur Hälfte bekannten Speisen kennen können? Die verdienstlichen Versuche, welche Gmelin und Tiedemann hierüber angestellt haben, haben inzwischen eine eigenthümliche Substanz nachgewiesen, die im Inhalt der dicken Därme bei fleischfressenden Thieren sowohl, wie bei pflanzenfressenden enthalten ist, welche durch Salpetersäure, Salzsäure, Chlor, Zinnchlorür, Sublimat roth gefärbt wird; aber was dies für eine Substanz ist, ist nicht bekannt.

Die Menge des Bilins nimmt im Inhalt der dicken Därme mehr und mehr ab, die seiner Zersetzungsproducte mehr und mehr zu; so daß Dyslysin, Cholinsäure, Fellinsäure, Taurin, Ammoniak (mit Säuren, die aus den höher liegenden Theilen der dünnen Därme herrühren, verbunden), Darmschleim, Gallenschleim, Magenschleim und Mundschleim die Hauptbestandtheile des Darminhalts werden. Es zeigen sich Krystalle in der Masse, u. a. von phosphorsaurer Ammoniak-Talkerde, und Infusorien. Die Spuren der genossenen Speisen nehmen um so mehr ab, je weiter man im Darmkanal hinabrückt, namentlich die von Proteinstoffen, Leim, Amylum, Dextrin, Zucker 2c., während die unlöslichen Stoffe, wie elastisches Gewebe, verdickte Zellen- und Gefäßwände von Pflanzen, Cuticula 2c. unverändert bleiben und mit den Producten von Galle und dem Schleim die faecalen Massen bilden, die endlich nach außen getrieben werden.

Es bleibt uns noch übrig, in der Kürze den Veränderungen nachzugehen, die die Speisen in den dünnen und dicken Därmen erleiden, und was von den genossenen Speisen in das Blut tritt.

Wenn ich mich nicht täusche, muß man in den dünnen Därmen folgende Stoffe unterscheiden. Zunächst schlägt die Galle alle Proteinverbindungen nieder, die im Magen aufgelöst sein mochten. So lange der Inhalt der Därme sauer ist

— und dies ist in dem größten Theil der dünnen Därme der Fall — ist also an eine Absorption der Proteinverbindungen nicht zu denken: diese geschieht erst in den dicken Därmen. Ich behaupte nicht, daß nichts davon absorbirt wird, aber wenn es wahr ist, was bewiesen zu sein scheint, daß die Galle alle auflöslichen Proteinverbindungen niederschlägt, dann ist eine geraume Zeit nöthig, um die unlösliche Verbindung der Galle mit denselben wieder löslich zu machen. Eine Auflösung der Proteinverbindungen in den dünnen Därmen ist also nicht, oder nur sehr unvollkommen möglich.

Die Zucker bildenden Stoffe fahren unter dem Einfluß der Säure der dünnen Därme fort, in Zucker verwandelt zu werden; sie werden als Zucker von den Chylusgefäßen aufgenommen. Daß diese die Proteinverbindungen nicht aufnehmen, wie die Beobachtung gelehrt hat, liegt nicht daran, daß letztere durch die Adern aufgenommen werden, sondern daran, daß sie in den dünnen Därmen überhaupt nicht aufgenommen werden.

Die Fette werden von den Chylusgefäßen aufgenommen, und man findet sie denn auch in großer Menge im Chylus; ihr kleinster Theil kann als Seife darin vorkommen, als Seife in das Blut treten, weil der Inhalt der dünnen Därme sauer ist; es sind also neutrale, noch nicht verseifte Fette oder fette Säuren ohne Basen, die durch die Chylusgefäße der dünnen Därme aufgenommen werden.

Ueber die Verdauung der Fette haben Bouchardat und Sandras Versuche angestellt, welche folgende Resultate geliefert haben (l'Institut, 6 Juillet 1843, p. 226).

Der Chylus der Thiere, die mit Mandelöl reichlich gefüttert werden, ist in überflüssiger Menge vorhanden. Man kann 10 — 14 Proc. Mandelöl daraus ausziehen.

Das Blut von solchen Thieren giebt ein halb flüssiges Fett, Elainsäure, Margarinsäure, Cholesterin und flüchtige fette Säuren enthaltend. (Die Menge ist nicht angegeben.)

Mit festem Fett gefütterte Thiere liefern gleichfalls viel Chylus, in welchem 10 — 15 Proc. Fett enthalten ist.

Das Blut dieser letzteren liefert ein minder flüssiges Fett, wie das Blut der mit Mandelöl gefütterten, aber der Schmelzpunkt des aus dem Blut gezogenen Fetts ist stets niedriger, wie der des als Nahrung gegebenen. In solchem Blut wurde auch Stearinsäure gefunden.

In der Galle von Thieren, die mit Mandelöl, oder in solchen, die mit festem Fett gefüttert wurden, findet man keine Verschiedenheit in den darin vorkommen Fettarten.

Der Chylus von Thieren, die Wachs genießen, ist an Menge gering und enthält nur Spuren von Wachs, dessen Schmelzpunkt 8 — 10° niedriger ist, wie der des Wachses selbst. Das genossene Wachs wird fast gänzlich in den Excrementen wieder gefunden.

Wachs mit fetten Oelen gegeben, vermehrt die Menge des Chylus; der Chylus enthält stets von beiden*).

Gefärbte Stoffe, mit den Fetten gegeben, findet man in den Chylusgefäßen nicht wieder.

Sie schließen daraus, daß die Chylusgefäße in den Därmen bloß Fette aufsaugen; ein Schluß, welcher für unrichtig gehalten werden mag, denn viele andere haben Zucker, Magendie selbst Dextrin und Zucker im Chylus gefunden.

Hinsichtlich der Pflanzensäuren ist aus den p. 934 mitgetheilten Versuchen hervorgegangen, daß sie zum Theil als Carbonate, aber bei Ueberfluß als pflanzensaure Salze im Urin, also im Blut, der damit gefütterten Thiere gefunden werden. Dies hängt von der genossenen Menge ab.

Es sind noch keine Versuche angestellt, um Pflanzensäuren

---

*) Aus Versuchen von Gluge und Thiernesse (Bull. de l'Ac. royale de Méd. Bruxelles 1844) geht hervor, daß, wenn man einen Ueberfluß von Oel oder Leberthran in den Magen von Hunden bringt, die Leber dadurch eine große Menge Fett aufnimmt, und die benutzten Fette unverändert ins Blut geführt werden.

oder pflanzensaure Salze unter dem Einfluß organischer Stoffe und der Digestionstemperatur in kohlensaure Salze zu verwandeln, aber es ist aller Grund, eine solche Umsetzung für möglich zu halten, seit wir durch Reiset und Millon (Ann. de Chim. et de Phys. Juillet 1843, p. 280) gelernt haben, daß allerhand organische Säuren, auch Fette, durch Platinschwamm, durch andere poröse Körper, in Kohlensäure und Wasser zerfallen, wenn sie bei einer verhältnißmäßig niedrigen Temperatur damit in Berührung sind, und die Luft zutreten kann. Bei Butter ist dazu eine Temperatur von 90°, bei Olivenöl eine solche von 80° hinreichend. Weinsteinsäure erfordert eine Temperatur von 160°. Es ist daher von Belang, mit organischen Stoffen, in demselben Sinn wie mit dem sogenannten Pepsin, solche Versuche auch mit Pflanzensäuren anzustellen. In Umsetzung begriffene organische Stoffe müssen Pflanzensäuren in Kohlensäure verwandeln, aber es bleibt die Frage, unter welchen Umständen dies durch die Kunst nachgeahmt werden kann. — Die Bildung kohlensaurer Salze aus Salzen mit organischen Stoffen kann schon in den Därmen geschehen, und von da müssen diese kohlensauren Salze ins Blut übergehen und durch die Nieren entleert werden. Es ist indeß ausgemacht, daß organische Säuren, in großer Menge genossen, zum Theil in das Blut übergehen und dort vorerst so einwirken, wie die Chemie ihre Einwirkung auf die Blutbestandtheile kennen gelehrt hat (s. Blut); ferner wissen wir, daß die Zucker bildenden Stoffe in den dünnen Därmen fortfahren, Zucker zu liefern, der in die Chylusgefäße aufgenommen wird, und daß die Fette auch im Emulsions-Zustand in den Chylus übergehen und zum Theil im Blut verseift werden müssen. Diese Umsetzung und Aufnahme ist der Hauptdienst der dünnen Därme. — Sie sind für diesen Dienst so viel länger bei Herbivoren wie bei Carnivoren, vor allen wegen der Umsetzung von Amylum, Cellulose, Pflanzenschleim in Dextrin und Zucker; dazu dient vor allen der com-

plexe Magen der wiederkäuenden Thiere; dazu und zur Aufweichung und Ausziehung der starke Magen der Vögel.

Die dicken Därme haben einen viel wichtigeren Dienst zu erfüllen, nämlich die in den Därmen durch die Galle niedergeschlagenen Proteinverbindungen wieder löslich werden zu lassen, ihre Schwefel- und Phosphormengen zu modificiren, die des Schwefels sicher zu vermindern, vielleicht dem Casein Phosphor darzubieten, den dieses nöthig hat, um Albumin oder Fibrin zu bilden (p. 1017 — 1022). Wo Schwefelwasserstoff gebildet wird, läßt sich eine sauerstofffreie Phosphorverbindung denken. Und von da kann Casein den Phosphor bekommen, um später in Albumin und Fibrin verwandelt zu werden. So auch mit Legumin und den anderen Proteinverbindungen des Pflanzenreichs.

Nachdem dies alles geschehen ist, bleibt den dicken Därmen der wichtige Dienst vorbehalten, diese Proteinverbindungen ins Blut überzuführen. Der Alkaligehalt des Inhalts hat die Säure des Inhalts der dünnen Därme ganz gesättigt; die Galle hat sich mehr und mehr metamorphosirt und alle unlöslichen Verbindungen von Galle mit Proteinstoffen sind zersetzt worden; das Natron, das Ammoniak der Galle selbst, das Alkali des Blutwassers, welches aus dem Blut in die dicken Därme tritt, scheidet die Bilifellinate von Albumin, Fibrin rc., die unlöslich waren, und macht alle Proteinverbindungen löslich in den Alkalien, und so treten sie dann, in einer schwachen alkalischen Flüssigkeit aufgelöst, in die Venen, durchlaufen erst die Leber in der vena portarum, scheiden hier die Galle ab, und treten aus der Leber, um in den allgemeinen Blutstrom aufgenommen zu werden.

Nach dieser Vorstellung dienen die dicken Därme nicht, um das, was noch von benutzbaren Stoffen im Speisebrei übrig geblieben ist, auszuziehen, sondern um das Wichtigste aus demselben aufzunehmen. — Dafür sprechen außer den schon angeführten Gründen noch: Das sehr starke Absorptions-

Vermögen der dicken Därme, so daß Nahrungsmittel, Bouillon z. B., durch Clysmata hineingebracht, geraume Zeit lang die Ernährung unterhalten können; die schnell eintretende Schwäche bei Diarrhoe, wobei hauptsächlich die dicken Därme die Contenta zu schnell austreiben, nicht die dünnen; die gleichmäßige Entwickelung der dicken Därme bei Herbivoren und Carnivoren, und die große Entwickelung der dünnen Därme bei den Herbivoren, die geringe Entwickelung derselben bei den Carnivoren. Die Auflösung von Leim oder leimgebendem Gewebe ist schnell vollbracht; die Umsetzung und Auflösung der Proteinverbindungen ebenfalls, wie auch die Aufsaugung der Fette; dazu ist kein langer Darmkanal nöthig; aber um die Cellulose, das Amylum ꝛc. zu Zucker umzusetzen, dazu ist eine längere Zeit und also auch ein längerer Darmkanal nothwendig.

## Chylus.

Was Gmelin und Tiedemann durch ihre schönen Untersuchungen über die Verdauung festgestellt haben, was aber von Vielen bezweifelt ist — nämlich, daß es nicht die Milchgefäße, sondern die Adern sind, wodurch die Nahrungsstoffe vorzugsweise aus den Därmen ins Blut geführt werden, — ist gegenwärtig allgemein als wahr anerkannt. Sie fanden von Kaliumeisencyanür, Eisensalzen, Rhabarber ꝛc. im Chylus keine Spur, aber diese Stoffe wohl im Blut und im Urin, wenn sie dieselben Thieren eingegeben hatten.

Seit dieser Zeit haben denn die Untersuchungen über die Natur des Chylus, der in den Chylusgefäßen und der Bruströhre (borstbuis) vorhanden ist, nicht den ausschließlichen Werth, wie früher, wo man meinte, daß alle Nahrungsstoffe durch die Chylusgefäße gingen, und darin noch eine weitere Verarbeitung erlitten. Was in den Därmen auflöslich vorhanden ist, und endosmotisch mit dem Blut der Adern wechseln kann, tritt in die Adern ein; was löslich

ist und endosmotisch mit dem Inhalt der Milchgefäße wechseln kann, wird von diesen aufgenommen. Von Schwämmchen oder Saugern existirt keine Spur.

Ungeachtet die hauptsächlichsten Nahrungsmittel, nämlich die Proteinverbindungen, den Weg durch die Adern gehen, ist doch die Kenntniß des Chylus von großer Wichtigkeit, denn auch auf diesem Wege kommen Bestandtheile von außen ins Blut, die für den Organismus wichtig sind (p. 1039).

Viele wahrhaft schöne Untersuchungen sind über den Chylus ausgeführt von Wagner, Valentin, Nasse, Bischoff, Müller, Tiedemann und Gmelin, Rees, Emmert, Purkinje, Bruns, Schultz u. A. (S. d. Artikel Chylus von Nasse in Wagner's Handwörterbuch). Ich will die letzten Untersuchungen, durch welche die früheren in vielen Puncten bestätigt sind, hier kürzlich mittheilen.

Die Flüssigkeit, welche die Chylusgefäße führen, hat man Milchflüssigkeit genannt, wegen ihrer weißen Farbe; die Gefäße aus diesem Grunde Milchgefäße. Man meinte früher, daß sie, in dem Maaße wie man sie mehr in der Nähe der Bruströhre untersuchte, mehr mit Blut übereinstimme, eine Veränderung, die man den Darmscheilklieren, durch welche sie gezogen war, zuschrieb. Gegenwärtig indeß, nun man weiß, daß dergleichen Veränderungen in Blut Bezeichnungen von zu weitem Umfange sind, nun man ferner weiß, daß — den Farbstoff ausgenommen — stets Blut, d. h. seine Hauptbestandtheile — in der Nahrung vorkommt, bevor sie genossen ist oder einige Veränderung in den ersten Wegen erlitten hat, läßt sich eine solche Vorstellung nicht mehr vertheidigen*).

Es ist wahr, daß in den Darmscheilklieren Arterien-Blut mit dem Chylus gemengt wird und also der Chylus dem Blut mehr ähnlich, selbst roth von Farbe wird und wahre Blutkörperchen bekommt, aber diese Veränderung rührt bloß

---

*) Ueber die Bildung der Blutkörperchen bei Blut.

von einer Einmengung von Blut, nicht von einer chemischen Umsetzung her, die in diesen Drüsen statt finden sollte.

Daß diese Drüsen übrigens nicht wesentlich sind, lehrt ihre Abwesenheit bei vielen Thieren, wie den Vögeln, Fischen und Amphibien.

Der Chylus ist nach Bouisson (Gazette méd. 1844) süß, nach dem Genuß stärkehaltiger Stoffe, verbreitet einen eigenthümlichen Geruch, vorzüglich, wenn er mit starker Schwefelsäure übergossen wird. Er ist klebrig, coagulirt an der Luft, und wohl ganz, und verwandelt sich in eine weiße Gallerte, zieht sich nachher zusammen und bildet einen Kuchen, der in einer trüben Flüssigkeit schwimmt. An der Luft geschieht dies schnell, während er im ductus thoracicus Stunden lang flüssig bleiben kann, wodurch er sich vom Blut unterscheidet, welches nach dem Tode in den Gefäßen schnell gerinnt. Der Chyluskuchen hat nach dem Auspressen das Ansehen von Fibrin, wird seiner Menge nach durch Fleischspeisen vermehrt, nach Beobachtungen von Marcet, und ist in Salzsäure, Essigsäure und Alkalien auflöslich. Das Serum ist schwach alkalisch, milchartig, opalisirend, und wird durch Aether klarer, zum Beweis, daß durch den Aether Fett ausgezogen wurde, und das milchartige Ansehen des Chylus dem Fett zuzuschreiben ist. Die Menge des Fetts ist sogar so groß, daß das Serum in der Ruhe sich nach einiger Zeit mit einem Rahmhäutchen bedeckt. Durch Hitze, durch Säuren und durch Alkohol wird aus diesem Serum ein Coagulum gebildet von einem Stoff, der Eiweißstoff ist.

Der Luft ausgesetzt, färbt sich der Chylus nach und nach röthlich, obschon nicht immer, und diese Farbenveränderung, die bei Licht rosenroth erscheint, wird desto mehr befördert, jemehr man den Zutritt der Luft stattfinden läßt, z. B. indem man den Kuchen in Stücke zerschnitten der Wirkung der Luft aussetzt: eine Färbung, die vermuthlich von der Einwirkung der Luft auf den Farbstoff des mit dem Chylus gemengten

Bluts abgeleitet werden muß, nicht von einem gewissen eigenthümlichen Chylus-Farbstoffe. Die Farbe des venösen Bluts ist in dem weißen, milchartigen Chylus weniger unterscheidbar, wie die des arteriellen, welche der beigemengte Blutfarbstoff an der Luft annimmt (S. Blut.)

Im Chylus sind durch das Mikroskop drei Arten von Körperchen zu unterscheiden; unregelmäßige und zweierlei runde. Die ersteren sind Fettmolecüle, Fetttröpfchen; sie werden von Aether aufgelöst und diese Lösung läßt nach dem Verdunsten einen Fleck zurück. Die Größe dieser Körperchen ist sehr veränderlich. Sie sind die Ursache der milchartigen Beschaffenheit des Chylus. — Von den runden kommen zwei Arten vor: halbdurchscheinende, farblose, sphärische Körperchen, in Ammoniak löslich, in Wasser und Aether unlöslich, sie werden Chyluskörperchen genannt; in viel geringerer Zahl vorhanden ist die zweite Art von Körpern, die größer sind und hauptsächlich in der Bruströhre vorkommen, mit den Blutkörperchen einigermaßen übereinstimmen, aber farblos sind, bis (tenzy) sie der Luft ausgesetzt sind, als wann sie es sind, welche dem Chylus die rosenrothe Farbe mittheilen (Bouisson). Von Ammoniak werden sie aufgelöst, nicht von Salpetersäure. Sie sind rund, plattgedrückt, zeigen mehrere Kerben, sind kleiner wie die Blutkörperchen.

Dieser Gegenstand, die Chylus-Körper betreffend, ist von Vielen ausführlich untersucht. Schon Leuwenhoek hat eigenthümliche Körper im Chylus gefunden, aber Hewson sie zuerst genauer unterschieden. Man nannte sie Anfangs Chyluskörperchen, aber seit man sie von verschiedenen Formen gefunden hat, hat man nur für die eine Sorte derselben diesen Namen beibehalten. Es war ein wichtiger Punkt für die Untersuchung, zumal da man meinte, daß im Chylus die Bildung des Bluts nachgespürt werden müssen, eine Vorstellung, die man aus oben (p. **1042**) angeführten Gründen gegenwärtig hat fallen lassen. Gegenwärtig mag man auch gewisse Uebergänge von kleinen runden Körperchen, die im Chylus

sind, in Blutkörperchen, die Schultz u. A. gefunden zu haben meinten, fahren lassen.

Die kleinen runden Körperchen, die gegenwärtig Chylus-Körperchen genannt werden, fand man ohne Kern, nach Wagner haben einige einen erhabenen Rand, nach Nasse einen ungleichen oft gekerbten Rand und eine körnige Oberfläche. Nasse fand nach dem Eintrocknen und durch Essigsäure wirklich Kerne darin.

Die zweite Art fand Nasse desto mannigfacher, je länger das Thier gefastet hatte, so daß diese weniger dem Chylus anzugehören, sondern wirklich vom eingemengten Blut herzurühren scheinen. Wenn sie indeß im Chylus vorkommen, der noch nicht durch Darmscheilklieren gezogen ist, so können sie nicht hiervon abgeleitet werden. Es sind nicht genug Beobachtungen vorhanden, um dies zu entscheiden.

Endlich fand man im Chylus der Bruströhre wirklich gut ausgebildete Blutkörperchen, von Blut, welches zum Chylus zugetreten, nicht von solchem, welches daraus entstanden war. Die kohlensauren Alkalien, die oft in großer Menge im Blut vorkommen (Tiedemann und Gmelin), können die Hüllen dieser Blutkörperchen auflösen, den Farbstoff im Chylus vertheilen und die Ursache sein der rothen Farbe, die der Chylus zuweilen annimmt.*)

Außer Wasser, Albumin, Fibrin und Fetten, die die Hauptbestandtheile des Chylus ausmachen, kommt dann und wann Zucker darin vor, Gelatine (Reuß und Emmert), Casein (Brande)**). Der letztere Bestandtheil wird haupt-

---

*) Die Meinung von Bouisson, daß die zweite Art der runden Chyluskörper den Farbstoff enthalten soll, steht noch ganz isolirt da.

**) Donné, welcher zwischen Chylus und Milch Uebereinstimmung gefunden zu haben glaubte, hat Versuche über das Vermögen der Milch angestellt, ohne Nachtheil für das Leben der Thiere mit dem Blut gemengt zu werden (Journ. de Pharm. 1843, T. 3 p. 246). Er hat Milch in die Adern gespritzt, und davon, außer beim Pferd, die Thiere keinen Schaden leiden sehen. Nach dem Einspritzen der Milch sieht man in den Capillargefäßen Blut- und Milchkügelchen, und nach einigen Tagen sind letztere verschwunden und das Blut hat seinen normalen Zustand wieder angenommen.

Die Uebereinstimmung zwischen Chylus und Milch ist indeß nicht größer, wie die zwischen Milch und Blut; sie sind in den Hauptpunkten verschieden.

sächlich ausgemacht von dem reichlichen Niederschlag, den Essigsäure in erwärmtem Chylus hervorbringt, der aber noch nicht näher als Casein bezeichnet ist. Die Anwesenheit von Gelatine muß für zweifelhaft gehalten werden, weil Reuß und Emmert sich nur stützen auf die Bildung eines Niederschlages durch Gerbsäure, nachdem die im Chylus im gerinnbaren Zustande vorhandenen Stoffe durch Erhitzen coagulirt waren; es kann nämlich Eiweiß gewesen sein, was durch Alkali gelöst blieb.

Daß der Chylus keine constante Zusammensetzung haben kann, ist aus der Natur der Sache klar. Er ist nach der Natur der genossenen Nahrung verschieden. Aber auch nach der Stelle, wo man ihn dem Körper entnimmt, kurz nach seiner Aufnahme aus den Därmen oder nachdem er schon mehrere Darmscheilklieren durchlaufen hat.

Rees hat den Chylus von einem Esel untersucht, welcher mit Hafer und Bohnen gefüttert war und 7 Stunden nach dem Essen getödtet wurde; er war aus den Milchgefäßen vor dem Eintritt in die Bruströhre genommen.

| | |
|---|---|
| Fibrin | 3,70 |
| Albumin | 35,16 |
| Fett | 36,01 |
| Alkohol. Extract | 3,32 |
| Wäßriges Extract | 12,33 |
| Salze der Alkalien, Sulphate, Phosphate, Chlorüre, Carbonate und etwas Eisenoxyd | 7,11 |
| Wasser | 902,37 |

Simon hat andere Analysen von Chylus gemacht, aber wenn die Bestandtheile des Chylus nicht mit den genossenen Speisen in Beziehung gesetzt werden, lernen wir nichts aus solchen Analysen.

Wichtiger ist, was Tiedemann und Gmelin gelehrt haben, daß der Chylus von Hunden, nach dem Genuß von Amylum, zuckerhaltig ist; nach dem Genuß von Alkali-Salzen

mit organischer Säure fanden sie im Chylus kohlensaure Salze.

Wir wissen gegenwärtig von dieser Flüssigkeit, daß Zucker, Fette, kohlensaure Alkalien aus den Speisen in sie aufgenommen werden; daß Proteinverbindungen auf diesem Wege nicht darin übergehen, und daß deßhalb die im Chylus vorkommenden Proteinverbindungen auf anderem Wege hineingekommen sein müssen. Von woher sie eintreten, bleibt noch zu untersuchen. Eine viel größere Anzahl Analysen von Chylus von Thieren, die bestimmte Nahrung erhalten haben, muß unsere Kenntniß des Chylus noch mehr erweitern; es ist noch kein fester Grund da, worauf man die Kenntniß seiner Natur stützen kann. (S. inzwischen die wichtige Abhandlung von H. Müller in Zeitschrift von Henke und Pfeufer, Bd. 3., S. 204).

## XI. Nahrungsflüssigkeit, Blut *).

Die Stoffe, welche durch den Speisekanal aus der Außenwelt aufgenommen und darauf verändert worden sind, werden bei verschiedenen Thierklassen auf sehr verschiedene Weise zur Unterhaltung des organischen Ganzen verwendet. Bei den niederen Thierklassen trifft man die Zustände an, aus denen von dem Gebrauch, welcher von den Stoffen ferner gemacht wird, am ersten eine richtige Vorstellung geschöpft werden kann, ja bei dem Pflanzenreich in seinen einfachsten Formen muß man zu Rathe gehen, um diese Vorstellung in ihrer ganzen Einfachheit aufzunehmen.

Wenn wir sehen, daß die elementaren Formen des thierischen Körpers durch eine einzige, den ganzen Thierkörper durchdringende Flüssigkeit unterhalten werden, so wird uns die Erkenntniß aufgedrängt, daß in diesen Formen, daß in jeder derselben das Vermögen der Unterhaltung, ja selbst der Herstellung gleichartiger Formen, insofern Verlust an Substanz stattgefunden hatte, anwesend ist. Eine primitive Muskelfaser unterhält sich selbst, welche Flüssigkeit — immer jedoch innerhalb gewisser Grenzen — sie auch hat, um ihre Nahrungs-

*) Um den Umfang dieses Werkes nicht noch mehr zu vergrößern, werden die folgenden Capitel nach einem abgekürzten Plane abgehandelt, und der Leser hinsichtlich dessen, was außerdem zur physiologischen Chemie der Thiere gehört, auf eine andere Gelegenheit verwiesen. Ich glaube hier zugleich an dasjenige erinnern zu dürfen, was in der Vorrede S. XI. gesagt wurde.

stoffe daraus zu schöpfen. Dieselbe primitive Muskelfaser findet man im Thierreich in sehr verschiedenen Theilen und von ganz verschiedenen Flüssigkeiten durchdrungen, es ist daher wohl die Flüssigkeit, welche das Material zur Unterhaltung darbietet, aber es ist die Primitivfaser selbst, welche aus diesem Material schöpft, um in Stand zu bleiben. — Beim Verlust an Substanz ist es bei einigen Geweben ganz eben so, namentlich bei solchen, die aus leimgebendem Gewebe bestehn: Substanz-Verlust einer Sehne (pees) bringt nach einiger Zeit hergestellte Sehnensubstanz — d. h. sehr dicht zusammmengehäuftes leimgebendes Gewebe — hervor**).

Aus dieser allgemeinen Vorstellung folgt, daß, was den thierischen Körper unterhält, das Material zur Unterhaltung herbeiführt, und daß eine einzige Flüssigkeit, womit die verschiedenen elementaren Formen getränkt sind, hinreichend ist, um jeder derselben dasjenige darzubieten, was nöthig ist, um sie in Stand zu erhatten.

Diese Flüssigkeit ist es nun, welche unter dem allgemeinen Namen Nahrungsflüssigkeit begriffen werden kann. Wir verstehen unter diesem Namen also die Flüssigkeit, welche, aus der genossenen Nahrung entstanden, die elementaren Formen unterhält und bei dieser Unterhaltung Wechsel von Bestandtheilen mit den elementaren Formen darbietet, einen Wechsel von Bestandtheilen, an welchem sowohl die Flüssigkeit wie die elementaren Formen Theil nehmen und woraus als Resultate für andere Zwecke noch brauchbare oder für den Organismus fernerhin unbrauchbare Producte zum Vorschein kommen.

Hier, bei diesem Wechsel, ist der Hauptplatz der chemischen

*) Was man in der Wissenschaft von selbstständiger Zellenbildung in Flüssigkeiten behauptet, steht damit im Ganzen nicht in Widerstreit. Ein Cytoblastem inzwischen ist unter dem Eindruck des Gewebes, aus welchem es entsprungen ist, empfängt von demselben die Richtung des Stoffwechsels und die damit verbundene Richtung zur Entwickelung bestimmter elementarer Formen, sie mögen auf Unterhaltung dessen was schon besteht, auf Herstellung dessen, was verloren gegangen war, oder, in Krankheitszuständen, auf Hervorbringung ganz neuer Producte hinauslaufen.

Wirkungen, die im thierischen Körper vorkommen; hier findet die Entstehung, die Unterhaltung, die Vernichtung, die Herstellung statt von dem was war, ist oder sein soll. Die Wissenschaft ist in diesen Tagen glücklich genug, in allgemeinen Zügen angeben zu können, was wird und woraus es wird, was da war und was übrig bleibt, sowohl hinsichtlich der festen, geformten, elementaren Theilchen, wie der Flüssigkeit, mit welcher die Theilchen durchdrungen sind. Wir haben diese allgemeinen Züge früher gegeben, als von den elementaren Formen gehandelt wurde, und insofern die Wissenschaft unserer Tage noch viele Lücken darbietet, auch diese nicht verhehlt.

Aber es bleibt in dieser Hinsicht noch ein unabsehbar großes Feld zu behandeln übrig. — In dem einfachsten Bau finden die einfachsten Unterhaltungen und Verrichtungen, findet die einfachste Art von Stoffwechsel statt, während, je mehr der Bau zusammengesetzt ist, desto mehr besondere Quellen von Stoffwechsel zugleich vorhanden sind, so daß man bei den höheren Thierklassen kaum anzufangen weiß, viel weniger gut endigen kann, bei der getreulichen Abschätzung dessen, was an auf einander folgendem Stoffwechsel in dem thierischen Organismus statt findet. Wenn zur Unterhaltung von Formbestandtheilen und dem dadurch bedingten Stoffwechsel Hauptquellen gestörten chemischen Gleichgewichts sich hinzufügen, wie die sind, welche in allen eigentlich sogenannten abscheidenden Organen — Nieren, Milz, Leber 2c. — gefunden werden, dann wird die Lösung der Aufgabe in demselben Maaße schwieriger. — Aber es bricht doch Licht durch die Finsterniß hindurch; man kennt die Hauptgruppen der chemischen Stoffe des Organismus, die Form haben und die formlos in der Nahrung vorkommen; man lernt die Zersetzungsproducte der ersteren mehr und mehr kennen, und wenn die Wissenschaft noch einige Jahre lang auf der Bahn fortgeht, welche sie in den letzten Jahren eingeschlagen hat, so mag man bald ein

mehr oder weniger zusammenhängendes Ganze von dem erwarten, was sich auf den eigentlichen Stoffwechsel des thierischen Körpers bezieht.

Die Nahrungsflüssigkeit ist bei den niedrigsten Thierklassen eine, so wie sie aus der aufgelösten Speise bereitet wird, durch die an die Speiseröhre angrenzenden Theile endosmotisch durchschwitzende Flüssigkeit; dies zeigen uns die allerniedrigsten Formen von Thieren*). Man findet hier kein Blutgefäßsystem und also auch kein Blut; die aufgelösten Speisen dringen durch die Wände der Speiseröhre und von hier durch den ganzen Körper; das Wasser, worin die Thiere leben, bildet zugleich einen endosmotischen Wechsel und nimmt die Zersetzungsproducte auf, welche aus der Wechselwirkung zwischen den aufgelösten Speisen und den Formbestandtheilen entsprungen sind, so daß besondere abscheidende Organe hier unnöthig werden. Es ist diese allereinfachste Form, welche wir uns tief einprägen müssen, wenn wir von dem, was bei höheren Thierklassen geschieht, uns eine Vorstellung wollen bilden können. Zur Ernährung ist kein Blut, ist kein Blutgefäßsystem nothwendig; das Blutgefäßsystem ist da, um eine aus den genossenen Speisen bereitete Flüssigkeit, das Blut, durch den Körper zu verbreiten, ohne deshalb die Ernährung zu vermitteln; die Ernährung geschieht **außer** dem Blutgefäßsystem, und bei Thieren, welche dasselbe besitzen oder nicht besitzen, ist die Ernährung eins: Wirkung und Zurückwirkung nämlich von in Wasser aufgelösten Stoffen und geformten Theilen des Organismus.

Sobald die Verrichtungen, die nicht allein, nicht ausschließlich auf Ernährung Bezug haben, bei einer Thierklasse höher entwickelt sind, sieht man Spuren eines Blutgefäßsystems, welches bei den Insecten z. B. in einem Rückengefäß besteht, welches die ganze Länge des Thieres durchläuft, mit der

---

*) Schmidt, Handb. der vergl. Anatomie, Jena 1849, S. 181 — M. E. Verloren, in d. Holl. Beitr.

Speiseröhre in Verbindung steht und die Flüssigkeit, welche aus der genossenen Nahrung entstand, aufnimmt. Diese Flüssigkeit schwitzt aus dem Rückengefäß oder dringt aus Verzweigungen desselben durch die übrigen Theile des Organismus hin; es wird auf mehr allgemeine Weise Gelegenheit zur Unterhaltung der Formbestandtheile des Organismus dargeboten; aber wo dies so eingerichtet ist, tritt auch Luft durch spiralförmige Röhren, oder bei Thieren, die im Wasser leben, wie den Mollusken, durch besondere Wasserbeutel oder Wasserröhren in den Körper, hat eine Oxydation der Bestandtheile des Körpers statt, und findet man ausscheidende Organe, die wegführen, was zur Unterhaltung des Körpers nicht mehr dienen kann, weil es bis an die Grenzen des organisch-chemischen Stoffwechsels gekommen ist und also unter der Form von Kohlensäure, Wasser oder Cyanverbindungen entweicht; Organe z. B., die Harnsäure enthalten, fehlen bei solchen Thieren niemals.

Je mehr die Verrichtungen mannigfaltiger werden, desto mehr findet man ein System entwickelt, welches eine einzige allgemeine Flüssigkeit durch den Organismus führt, die zwar noch nicht Nahrungsflüssigkeit ist, woraus dieselbe aber durch Endosmose entsteht. Diese Flüssigkeit ist das Blut. Bei der höchsten Entwickelung strömt sie durch ein Herz mit zwei Kammern und zwei Vorkammern (boezems) durch zwei Arten von Kanälen, nach dem Herzen durch die Venen, vom Herzen durch die Arterien und durch ein System feiner Röhrchen, das Capillarsystem, zwischen Arterien und Venen liegend, ganz geschlossen, aber mit dünnen Wänden versehen, so daß daraus nach den Formbestandtheilen — oft auf großen, oft auf kleinen Abstand — Nahrungsflüssigkeit durchdringen und welche Flüssigkeit umgekehrt durch dieselben Wände der Capillargefäße wieder aufgenommen werden kann. Dazu tritt ein anderes Gefäßnetz, das der capillaren Lymph-Gefäße (weivaten), welches mit dem capillaren Blutgefäßsystem dasjenige aufnimmt und in den allgemeinen Umlauf zurückführt, was das Resultat des

Stoffwechsels zwischen den Formbestandtheilen und der eigentlichen Nahrungsflüssigkeit ist.

So wie in der Lehre vom Stoffwechsel bei der Unterhaltung der Formbestandtheile die Kenntniß der eigentlich sogenannten Nahrungsflüssigkeit die Hauptsache ist, so ist demnach die Kenntniß der Zusammensetzung des Bluts ein Complex von a, oder dem was sich auf den Mutterstoff der eigentlichen Nahrungsflüssigkeit bezieht, und b, dem Resultat des Stoffwechsels außerhalb des Blutgefäßsystems. Die Venen, die gewissermaßen die Verlängerung des Capillarsystems sind, worin dieses nämlich übergeht, nehmen mit den Lymphgefäßen — die auch in den Venen endigen, — alle die Producte des Stoffwechsels auf, die nicht als Excrete angesehen werden müssen — wozu ausgeathmete Luft, Hautausdünstung, Urin, feste Excrete des Darmkanals 2c. gehören. Diese Producte von Stoffwechsel, welche aus der Unterhaltung der Gewebe entspringen, treten also zum Schluß wieder in das Schlagadersystem zurück und werden nochmals nach dem Capillarsystem hingeführt. Ein Austreten aus diesem System ist für diese Stoffe nicht mehr möglich, denn sie sind einmal von außen nach innen darin vorgedrungen, unter vollkommen denselben Umständen, als wobei sie — das zweite Mal herumgeführt — austreten sollten. Aber sie machen Bestandtheile des Bluts aus, während sie Zersetzungsproducte von Nahrungsflüssigkeit und von Formbestandtheilen sind und also mit dem Blut, welches das Baumaterial des Körpers enthält, nichts gemein haben, sondern demselben fremd sind. — Bei den höheren Thierklassen kommen die Zersetzungsproducte inzwischen jedesmal bei der Zufuhr von Arterienblut in die ausscheidenden Organe — die Nieren 2c. — und können hier, noch weiter zersetzt, weggeführt, und nach Außen abgelassen werden, so wie es z. B. mit dem Harnstoff der Fall ist, welcher als Zersetzungsproduct von Nahrungsflüssigkeit und Formbestandtheilen im Blut gefunden und durch die Nieren aus dem

Blut weggeführt wird. — Oder die Zersetzungsproducte treten jedesmal antheilsweise durch die Pfortader in die Leber und bilden dort mit den übrigen Blutbestandtheilen die Galle, in welcher wir einige Stoffe zu einem Ganzen verbunden antreffen, dem Bilin nämlich, welches aus Zersetzungsproducten von Fetten, von Proteinverbindungen (Leimzucker, Sulphamid) von in Ammoniak zersetzten Stoffen gebildet wird (p. 999).

Aus dieser kurzen Uebersicht geht also hervor, daß, wie wichtig auch die Kenntniß des Bluts der Thiere sein mag, unser Wissen doch daraus nie den Grad von Reinheit erhalten kann, den wir nöthig haben, um die zwei vorhin unterschiedenen Arten von Stoffen wohl zu kennen, nämlich a) was zur Bildung der Nahrungsflüssigkeit dient, und b) was als Zersetzungsproduct von Formbestandtheilen und Nahrungsflüssigkeit damit gemengt wird. — Und wäre dies nur noch die einzige Klage; das Chaos wird aber noch vermehrt dadurch, daß aus den ab- und ausscheidenden Organen durch die Lymph- und Blut-Capillargefäße von den besonderen neuen Producten, die dort gebildet werden, wieder das Eine und Andere aufgenommen und in den Blutstrom zurückgeführt wird, sowie dies z. B. mit dem Cholesterin der Fall ist, welches, in der Leber gebildet, im Blut angetroffen wird und im Gehirn selbst als wesentlicher Bestandtheil seiner edelsten Organe niedergelegt wird. Bei kleinen Störungen in der Verrichtung der Leber sehen wir sogar zuweilen die Galle in Masse in das Blut übergehen, so daß alle Gewebe von einer Gallenfarbe durchdrungen werden.

Aus dem Mitgetheilten, zu welchem noch die unendliche Modification des Bluts durch die genossene Nahrung hinzugefügt werden muß, geht hervor, daß die Kenntniß des Bluts aus physiologisch-chemischem Gesichtspunkt betrachtet, mit Recht hoch gestellt wird, daß diese Kenntniß aber, aus den genannten Gründen, noch sehr beschränkt sein muß. Diese Kenntniß wird mehr durch Deduction, als durch Induction an Werth

zunehmen können; es sind die Nahrungsstoffe und ihre Veränderung, wovon man ausgehen muß; es sind die Zersetzungsproducte der hauptsächlichsten Formbestandtheile des Körpers, durch welche man aufsteigen muß, um daraus abzuleiten, welche Bestandtheile das Blut besitzen muß, während leider die Analyse des Bluts — wie sehr man auch die dadurch bereits gewonnene Kenntniß schätzen muß — eine Menge unwesentliche, von der Nahrung, dem Getränk, mit einem Worte, von Nebenstoffen abhängige Körper darbietet, deren Kenntniß unmöglich für das ganze Thierreich jemals ganz ans Licht treten kann. — Die genannten Deductionen sind bereits früher bei den Nahrungsmitteln, den Formbestandtheilen des Organismus und den Hauptgruppen von beiden behandelt; gegenwärtig werden wir die analytischen Resultate über das Blut in Erörterung nehmen.

Bei den höheren Thierklassen ist das Blut ein mehr oder weniger dickflüssiges Liquidum, von salzartigem Geschmack und verschiedener Farbe, je nachdem es eben erst in den Lungen mit der Luft in Berührung war, oder gerade zu den Lungen hinströmt. Nachdem es aus einer Arterie oder Vene gelassen ist, fängt es alsbald an zu gerinnen und scheidet sich weiterhin in einen immer kleiner werdenden gefärbten Kuchen, welcher mitten in der Masse seine Stelle einnimmt und eine hellere gelblich gefärbte Flüssigkeit, welche den Kuchen umgiebt. Die Flüssigkeit, Serum genannt, enthält den Eiweißstoff und Salze, so wie auch viele organische Stoffe aufgelöst, welche zusammen den Kuchen durchdringen, während dieser das erst jetzt fest gewordene Fibrin mit den Blutkörperchen und ihrem Inhalt in sich schließt. Dieses Gerinnen des Blutes — wie man es nennt — ist die Folge vom Festwerden des Fibrins, welches, erst im Blut aufgelöst, nach dem Herauslassen desselben aus dem lebenden Körper erstarrt und elastische Fasern bildet, die sich mehr und mehr zusammen ziehen und die Blutkörperchen wie ein Netzwerk zwischen sich einschließen.

Der Blutkuchen bietet Verschiedenheiten dar, je nachdem

man höher oder niedriger liegende Parthien desselben untersucht. Die oberen Parthien enthalten im Allgemeinen mehr Fibrin wie die unteren; das Fibrin enthält auch Fett und ist dadurch verhältnißmäßig leichter, wie die Blutkörperchen, deren Anzahl zunimmt, je weiter nach unten gelegene Theile des Blutkuchens man untersucht. — Bevor das Fibrin fest geworden ist, streben daher seine Theilchen aufzusteigen, die Blutkörperchen dagegen zu sinken. Inzwischen wird ein Theil Fibrin fest und verhindert das fernere Sinken der Blutkörperchen, die deßhalb denn auch in dem ganzen Kuchen, wenn auch nicht an allen Stellen in gleicher Menge, vertheilt gefunden werden.

Man hat die verhältnißmäßigen Mengen von Serum und Blutkuchen beim Menschenblut zu bestimmen gesucht und meint gefunden zu haben, daß das Serum dem Gewichte nach $^3/_4$ und der Kuchen $^1/_4$ beträgt; aber da der Kuchen ganz mit Serum durchdrungen ist, hilft solch eine Angabe gar nichts; außerdem hängt die Menge von Serum, die in dem Kuchen eingeschlossen bleibt, sehr davon ab, ob das Blut schnell oder langsam gerinnt. Je regelmäßiger und langsamer der Kuchen sich bildet, desto kleiner ist er in Umfang. Solche Bestimmungen haben darum keinen Werth.

Uebrigens bildet sich der Kuchen viel schneller bei Ansteckungskrankheiten, bei Blut, welches viel Fibrin enthält; das Blut der Vögel gerinnt schnell, das der Fische und Reptilien langsam.

Dadurch, daß man das Blut in Wasser ausfließen läßt, kann man dem Gerinnen zuvorkommen; da die Theilchen des Fibrins entweder hierbei aufgelöst bleiben oder zu weit von einander gerathen, um Fasern zu bilden, so wird das Gerinnen unmöglich. Läßt man das Blut unmittelbar nach dem Ausfließen frieren, so gerinnt es nicht, wohl aber, wenn man es wieder aufthauen läßt. — Die Ursachen dieses Gerinnens liegen nicht in äußern Umständen; Ruhe scheint eine der Hauptbedingungen desselben auszumachen, denn beim Unterbinden von Pulsadern gerinnt das Blut in dem unterbundenen Theil und also im Blutgefäß-

System selbst, obschon erst nach langer Zeit. Aber das Gerinnen kann verhindert werden durch eine ganz kleine Quantität Alkali, welche das Fibrin gelöst hält; bestimmt (bepaald) wird das Gerinnen im eigentlichen Sinn des Worts durch keins der bekannten Reagentien — jedoch durch einige wohl befördert, z. B. durch Sauerstoff*).

Läßt man das Blut in eine Salzlösung fließen, z. B. in eine Auflösung von Glaubersalz, so wirkt man auch dem Festwerden oder wenigstens der Vereinigung der Theile des Fibrins entgegen; nach einiger Zeit der Ruhe sinken dann die gefärbten Blutkörperchen zu Boden und lassen über sich eine hellere Flüssigkeit. Man kann sie dann filtriren und das nun wieder dicke Blut, durch Glaubersalz-Auflösung verdünnt, heller abfließen lassen, indem die Blutkörperchen auf dem Filter bleiben.

Die Farbe des Bluts ist bei verschiedenen Thierklassen verschieden. Bei den Reptilien ist sie rein dunkelroth, bei den Fischen bläulich roth. Bei den Mollusken ist das Blut farblos, bei den Gasteropoden bläulich. Bei den Insecten ist es grün oder gelblich, orangefarben, braun.

Bei den rothblütigen Thieren unterscheidet man helleres arterielles und dunkleres venöses Blut. Die Verschiedenheit der Farbe beginnt mit dem Athemholen und hängt davon unmittelbar ab. Wir werden sie hier unten besonders bebehandeln; in allen Thieren mit rothem Blut kommt eine organische Gruppe, das Hämatin, vor, aber man hat noch nicht eine hinreichende Anzahl Blutsorten untersucht, um mit Sicherheit annehmen zu können, daß dieses Hämatin immer ein und dieselbe Substanz ist.

Wenn wir von rothem Blutfarbstoff sprechen, wird darunter durchaus nicht die braune Substanz verstanden, welche bei einigen Insecten hier und da gefunden wird; wir wissen dar-

*) S. über dieses Gerinnen hinsichtlich des Näheren Nasse in Wagner's Handw. Bd. 1 S. 102 und ferner unten bei Fibrin.

über eben so wenig etwas Näheres, wie über die anders gefärbten Blutfarbstoffe; den grünen Farbstoff, den man bei einigen Insecten findet, möchte man geneigt sein für Chlorophyll zu erklären.

Die rothe Farbe des Bluts, welche in den Arterien und Venen sehr verschieden ist, weicht auch für dieselbe Blutsorte bei verschiedenen Thieren ab, vorzüglich für das venöse Blut. Je stärker das Athemholen entwickelt ist, desto röther das Blut, z. B. bei den Vögeln. Es ist hier nicht an Verschiedenheit des Farbstoffs zu denken; eine bloße Verschiedenheit in der Dicke der Zellenwände der rothen Blutkörperchen, welche den Farbstoff einschließen, erklärt die Verschiedenheit der Farbe; das sehr rothe Vögelblut z. B. wird unter Verlust von Sauerstoff und Aufnahme von Kohlensäure in demselben Maaße schneller dunkel, in welchem es röther ist, wie Blut von anderen Thieren.

Uebrigens ist das Blut derselben Thierart desto dunkler, je langsamer es fließt, bei plethora also dunkler, ebenso bei sitzender Lebensweise; in den Organen dunkler, worin das Fließen des Bluts verzögert wird; dort ist der Stoffwechsel größer und die dunklere Farbe des Bluts, die damit im genauen Verband steht, mag im Allgemeinen als Maaßstab dafür gelten. Ich spreche hier nicht bloß von Desoxydation, sondern von Stoffwechsel in jeder Beziehung. Und in der That, je längere Zeit den Stoffen zum chemischen Wechsel gegeben ist, desto stärker wird im Allgemeinen der Wechsel sein. Ein langsameres Fließen des Bluts durch einen Theil des Capillarsystems vermehrt also den Stoffwechsel.

Der Geruch des Bluts ist bei den meisten Thierarten verschieden; bei den Männchen stärker wie bei den Weibchen; durch Schwefelsäure wird der Geruch in der Regel sehr entwickelt, was Barruel als Mittel vorgeschlagen hat, bei gerichtlichen Untersuchungen den Ursprung des Blutes auszumitteln. Der Geruch des Blutes ist bei einigen Thieren demjenigen, welcher von dem ganzen Thier ausgeht, gleich. Bei Schaafen z. B. ist der Geruch des Blutes wie der des

ganzen Schaafes oder des Schaaffleisches. Der Farbstoff des Schaafbluts besitzt, nachdem er mancherlei Reinigungsoperationen durchgemacht hat, noch so bezeichnend den Schaafgeruch, daß man ihn augenblicklich daran erkennen kann.

Daraus folgt jedoch nicht, daß der Geruch des Blutes einem dem Blut eigenthümlichen Stoff zukommt; er kann sehr wohl von anderwärts aus dem Körper in das Blut übergegangen sein. Nach Matteucci ist die Ursache des Geruchs eine flüchtige Fettsäure, welche, ursprünglich mit einem Alkali verbunden, durch den Zusatz einer stärkern Säure mehr freigemacht wird.

Diese aura oder halitus sanguinis wurde ehemals als Hauptstoff des Bluts angesehen.

Sie war der Träger der Lebenskraft. Vergleicht man unsere sicher noch unvollkommene Kenntniß des Bluts mit solch einer Vorstellung, so sind wir sicher doch fortgeschritten.

Die Temperatur des Bluts ist die des ganzen Körpers; man kann keinen Unterschied darin machen. Man hat wohl behauptet (Becquerel, Breschet und Andere), daß das Blut in der linken Herzkammer wärmer sei wie in der rechten, und zwar wohl um 1° bis 1°,8 C., aber, wenn dies so ist, so ist die höhere Temperatur der Verrichtung des Athemholens zuzuschreiben. Das Blut theilt inzwischen bei den warmblütigen Thieren dem ganzen Körper eine gleichförmige Wärme mit, weil es den ganzen Körper durchströmt und beständig von anderen zu anderen Punkten fließt. (S. Athmen).

Das spec. Gewicht des Bluts ist verschieden bei derselben und bei verschiedenen Thierspecies. Beim Menschen ist es im Mittel = 1,050 — 1,058. Bei sehr vielen Thierklassen ist über die Dichtigkeit des Bluts nichts bekannt. Im gesunden Zustand ist sie nur kleinen Veränderungen ausgesetzt, größeren dagegen in Krankheiten.

Als Vorbild für gesundes Menschenblut wollen wir die Zusammensetzung venösen Bluts aus einer Armader, wie sie Dumas gefunden hat, angeben:

| | |
|---|---|
| Serum . . | 870 |
| Blutkuchen . | 130 |
| | 1000 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Blutkuchen | Fibrin . . . . . . . . . . | | 3 |
| | Blutkörperchen 127 | Farbstoff . . | 2 |
| | | Globulin . . | 125 |
| Serum . | Wasser . . . . . . . . . . . . | | 790 |
| | Albumin . . . . . . . . . . . | | 70 |
| | Sauerstoff<br>Stickstoff<br>Kohlensäure<br>Ectractstoffe<br>Pposphorhaltiges Fett<br>Cholesterin<br>Serolin<br>Oelsäure<br>Margarinsäure<br>Chlorkalium<br>Chlornatrium<br>Chlorammonium<br>Kohlens. Natron<br>„ Kalk<br>„ Magnesia<br>Phosphors. Kalk<br>„ Natron<br>„ Magnesia<br>Schwefels. Kali<br>Milchs. Natron<br>Salze von festen Fettsäuren<br>„ „ flüchtigen Fettsäuren<br>Gelber Farbstoff | . | 10 |
| | | | 1000 |

Unter den von Dumas aufgezählten Blutbestandtheilen

vermissen wir noch einige, die niemals fehlen, nämlich Harnsäure, Harnstoff, Zucker, Kieselsäure, bei den Herbivoren Hippursäure (s. ferner hier unten Blutwasser).

Die Analysen von Blut beim gesunden Zustande und bei Krankheiten haben, obschon in großer Zahl mit vieler Mühe ausgeführt, der physiologischen Chemie bis jetzt wenig genützt und auch für die pathologische Kenntniß des Körpers bis jetzt wenig Heil gebracht. Man muß erstaunen über die Geduld, mit welcher z. B. Andral und Gaverret*) das Blut von 200 Kranken und von 360 Aderlässen untersuchten, bloß zu dem Zweck, um die betreffenden Mengen von Wasser, Fibrin, Blutkörperchen, Eiweiß und anderen in Wasser aufgelösten organischen Stoffen, sowie der unorganischen Bestandtheile, kennen zu lernen. — Sie fanden den Gehalt an Fibrin vergrößert bei allen acuten Ansteckungskrankheiten mit Fiebern, sowie bei bedeutenderen chronischen Ansteckungskrankheiten, wie acutem Rheumatismus, Rose, Lungen-Phthisis, namentlich von tuberculöser Art. Diese Krankheitsformen machen in Bezug auf die Blutbestandtheile eine erste Klasse aus. Eine zweite Klasse begreift in sich die nicht inflammatorischen Krankheiten, intermittirende, remittirende, anhaltende und von Hautausschlag begleitete Fieber, wo das Fibrin unverändert geblieben ist oder einigermaßen abgenommen hat, und die Menge der Blutkörperchen sich auch nicht verändert oder wohl etwas abgenommen hat. Eine dritte Klasse enthält die Clorosis, wo die Blutkörperchen der Menge nach abnehmen und eine vierte die Bright'sche Krankheit, wo das Albumin vermindert ist.

Von welch geringem Werth die Kenntniß der gesundenen Mengen ist — die ich deßhalb hier auch übergehe — geht aus den Blut-Analysen von Fr. Simon, welcher denselben auch sehr viel Zeit gewidmet hat, hervor, indem derselbe in den drei letzten der von Andral und Gavarret unter-

*) Ann. de chim et de phys. T. 75, p. 225.

schiedenen Krankheitsklassen Resultate erhielt, nach denen die Verminderung sowohl von Albumin wie von Globulin viel beträchtlicher ist.

Solche Resultate lohnen die Mühe nicht. Sie sind ganz abhängig von der Methode der Analyse, die weder von Andral und Gavarret, noch von Simon glücklich gewählt wurde.

Ich will inzwischen noch einige Beispiele von der Zusammensetzung des Bluts mittheilen*):

Die Analysen von Becquerel und Rodier**), mit Menschenblut angestellt, haben das Folgende ergeben, was das Mittel vieler Bestimmungen ist:

| | Blut von Männern | | Blut von Frauen |
|---|---|---|---|
| Spec. Gewicht des von Fibrin befreiten Bluts . . . . | 1,0602 | — | 1,0575 |
| Spec. Gew. des Serums . . | 1,0280 | — | 1,0275 |
| Wasser . . . . . . . . . | 779,000 | — | 791,100 |
| Blutkörperchen . . . . . . . | 141,100 | — | 127,200 |
| Eiweiß . . . . . . . . . | 69,400 | — | 70,500 |
| Faserstoff . . . . . . . . | 2,200 | — | 2,200 |
| Extractstoffe, Freie Salze . . . . . . . | 6,800 | — | 7,400 |
| Fette (zusammen) . . . . . | 1,600 | — | 1,620 |
| Serolin . . . . . . . . . | 0,020 | — | 0,020 |

*) Bonnet hat einen Unterschied angegeben (Ann. de chim. et de phys., T. 21, p. 189) zwischen verschiedenen Reactionsmitteln auf die Blutbestandtheile, welcher von practischem Werth ist. Er unterscheidet:

1) Stoffe, die weder auf die Blutkörperchen, noch auf das Fibrin verändernd einwirken, wozu Zuckerwasser und Blutserum gehören;
2) Stoffe, welche die Blutkörperchen auflösen und das Gerinnen des Fibrins verhindern, wie Alkalien, Ammoniaksalze und schwache Säuren;
3) Solche, welche die Blutkörperchen auflösen, aber das Gerinnen des Fibrins nicht verhindern, z. B. Wasser;
4) Stoffe, welche die Blutkörperchen unverändert lassen, aber das Fibrin verhindern, zu coaguliren, wie Kochsalz, Salpeter, Jodkalium.

**) Gazette médicale de Paris. 1844.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Phosphorhaltige Fette . . . | 0,488 | — | 0,464 |
| Cholesterin . . . . . . . | 0,088 | — | 0,090 |
| Verseifte Fette . . . . . . | 1,004 | — | 1,046 |
| Chlornatrium . . . . . . . | 3,100 | — | 3,900 |
| Auflösliche Salze . . . . . | 2,500 | — | 2,900 |
| Unlösliche Phosphate . . . | 0,334 | — | 0,354 |
| Eisen . . . . . . . . . . | 0,566 | — | 0,541. |

Später haben Becquerel und Rodier diese Resultate einigermaßen modificirt*). Auf 1000 Theile Serum nehmen sie als Mittelzahl 90 Th. feste Stoffe an, wovon 80 in Eiweiß, 8 in Extractstoffen und Salzen und 2 in Fetten bestehen. Die physiologischen Grenzen für das Eiweiß sind 86 bis 95, häufiger noch 88 bis 92. Das mittlere spec. Gew. des Serums ist 1,0275 und die Grenzen des spec. Gewichts sind 1,0265 und 1,0285. Lebensalter, Geschlecht, Temperament bewirken nach diesen ihren letzten Untersuchungen keine constante Verschiedenheiten.

Béclard**) hat das Blut aus verschiedenen Gefäßen untersucht, welche Untersuchung angeführt zu werden verdient. Er fand im:

| | ven. Blut ven. jugular. | | art. Blut art. mammar. | | Blut aus d. ven. splen. | | Blut a. d. ven. portar. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wasser . . . | 778,9 | — | 750,6 | — | 746,3 | — | 702,3 |
| Albumin . . | 79,4 | — | 89,5 | — | 124,8 | — | 70,6 |
| Fibrin u. Blutkörperchen . | 141,7 | — | 159,9 | — | 128,9 | — | 227,1 |

Hieraus kann man schließen, daß das Venenblut sehr verschieden sein kann, je nach der Vene, aus welcher es genommen wird, und dies kann auch nicht befremden, da der Stoffwechsel an verschiedenen Stellen verschieden ist, und dies auf das daraus resultirende venöse Blut von Einfluß sein muß. Das Blut der ven. jugularis und das der arteria mamma-

*) Compt. rend. T. 22, p. 831.

**) Ann. de chim. et de phys., 3me Ser., T, 21, p. 566.

ria sind unter einander nur wenig verschieden. Aber das Blut der vena portarum unterscheidet sich durch einen viel größeren Gehalt an Blutkörperchen und das der vena splenica durch eine größere Menge Eiweiß.

Poggiale*) hat die Salze des Bluts, im Verhältniß zu den übrigen Bestandtheilen, genauer untersucht bei dem Blut eines kräftigen Mannes, welcher drei Monate lang täglich 10 Gramm Kochsalz seiner Speise hinzufügte.

| | Vor dem Genuß von Kochsalz. | | Nach dem Genuß von Kochsalz. |
|---|---|---|---|
| Wasser . . . . . . . . | 779,92 | — | 767,00 |
| Blutkörperchen . . . . . . | 130,09 | — | 143,00 |
| Albumin . . . . . . . . | 77,43 | — | 74,00 |
| Fibrin . . . . . . . . . | 2,10 | — | 2,25 |
| Fette . . . . . . . . . | 1,13 | — | 1,31 |
| Salze und Extractstoffe . . . | 9,33 | — | 11,84 |
| In Wasser löslich: | | | |
| Chlorkalium und Chlornatrium | 4,67 | — | 6,40 |
| Phosphors. Natron . . . . . | 1,37 | — | 1,68 |
| Schwefels. Natron . . . . | 0,44 | — | 0,42 |
| Kohlens. Kali und Natron . | 0,48 | — | 0,56 |
| In Wasser unlöslich: | | | |
| Phosphors. Kalk . . . . . | 0,67 | — | 0,72 |
| Eisenoxyd . . . . . . . | 1,26 | — | 1,50 |
| Kohlens. und schwefels. Kalk . | 0,34 | — | 0,38 |
| Verlust . . . . . . . . . | 0,10 | — | 0,18 |

Als allgemeine Resultate der für verschiedene Zustände des Körpers angestellten Blut-Analysen mögen folgende Sätze aufgestellt werden:

1) Bei Frauen ist der Gehalt an Wasser größer wie bei Männern, die Menge des Albumins gleichfalls größer, die der Fette größer, die der extractartigen Stoffe und

*) Compt. rend. T. 25, p. 198.

Salze größer, dagegen aber die Menge der Blutkörperchen und der phosphorhaltigen Fette kleiner, so daß schließlich das spec. Gewicht sowohl des Serums wie des von Fibrin befreiten Bluts bei Frauen kleiner ist, wie bei Männern. Im Gehalt an Fibrin findet kein Unterschied statt (Becquerel und Rodier).

2) Mit dem zunehmenden Lebensalter nimmt der Gehalt an Cholesterin zu; auch bei Constipation und verminderter Gallenabscheidung, bei Icterus, alswann zugleich der gesammte Gehalt an Fetten im Blut zunimmt. (Becquerel und Rodier).

3) Vermehrung des Fibringehalts in Ansteckungs-Krankheiten. (Andral und Gavarret und Becquerel und Rodier). Die ersteren geben bis 7 Th. in 1000 Th. an. (S. Ansteckungskruste hierunten).

4) Verminderung der Blutkörperchen bei Chlorosis und bei anhaltend magerer Kost (Lécanu, Andral und Gavarret, Becquerel und Rodier).

5) Verminderung der Blutkörperchen nach Blutflüssen oder Aderlässen. (Prévost und Dumas, Andral oder Gavarret, Becquerel und Rodier).

6) Unmerkliche Verringerung des Fibrins nach Aderlässen (Becquerel und Rodier).

7) Verringerung des Albumin-Gehalts bei morbus Brightii (Gregory, Christison, Rostock, Andral und Gavarret, Becquerel und Rodier), bei hydrops und febris puerperalis (Becquerel und Rodier).

8) Vermehrung der Blutkörperchen in Ansteckungskrankheiten (Lécanu, Andral und Gavarret, von Becquerel und Rodier jedoch geläugnet).

9) Verminderung des Fibrin-Gehalts bei continuirlichen (doorgaande) Fiebern (Becquerel und Rodier).

10) Keine Verminderung der Blutkörperchen bei acuten Krankheiten (Becquerel und Rodier).

11) Unveränderte Zusammensetzung des Bluts bei plethora, so daß dieser Zustand nicht verändertem, sondern einer zu großen Menge Blut zugeschrieben werden muß Becquerel und Rodier).

12) Verminderung der Blutkörperchen bei vielen Krankheiten und zunehmende Verminderung in dem Maaße als die Krankheit länger anhält (Becquerel und Rodier).

13) Verminderung des Albumin-Gehalts bei Ansteckungs-Krankheiten, gleichen Schritt haltend mit Vermehrung des Fibrins (Becquerel und Rodier).

14) Vermehrung des Fibrins bei Chlorosis, während der Schwangerschaft (Becquerel und Rodier).

15) Unveränderlichkeit des Fibrin-Gehalts bei chronischen Leberkrankheiten, aber Vermehrung derselben bei Ansteckung der Leber (Andral und Gavarret).

16) Verminderung des Fibringehalts bei Scorbut und Typhus. (Andral und Gavarret).

Andral und Gavarret haben einige wenige Male bei Typhus eine geringe Vermehrung des Fibrins gefunden. Die von ihnen erhaltenen Resultate folgen hier, wobei zu bemerken ist, daß nach der von ihnen angewendeten Methode die Fibrin-Menge zu groß ausfällt, und zwar nach Becquerel und Rodier wohl um 1/8 bis 1/3. Letztere fanden nämlich im normalen Blut 2,2 Fibrin in 1000 Th., während Andral und Gavarret 2,5 bis 3,5 gefunden haben. Bei Typhus fanden letztere Fibrin in 1000 Th. Blut:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| In 3 | Fällen | 3,7 | | |
| " 14 | " | 3,5 | bis | 3,0 |
| " 7 | " | 3,0 | " | 2,0 |
| " 9 | " | 2,5 | " | 2,0 |
| " 8 | " | 1,9 | " | 1,2. |

Nach ihnen haben demnach bei Typhus in 41 Fällen 3 Fälle ein wenig mehr Fibrin gegeben, 21 zeigten normale Abwechselung und in 16 Fällen ging der Fibrin-Gehalt weiter

hinab. — In keinem dieser Fälle war der adynamische Character der Krankheit so beschaffen, daß ein Aderlaß nicht nützlich war, so daß für die Fälle, wo dieser Character stark entwickelt ist, angenommen werden mag, daß der Gehalt an Fibrin noch sehr unter 1,2 pro mille sinkt.

Wie viel Abweichungen indeß in der Zusammensetzung des Bluts bei derselben Krankheit statt finden, kann aus den folgenden Zahlen geschlossen werden, womit wir diesen Gegenstand beschließen.

In 12 Fällen von Scrophulosis bestimmte Nicholson die Zusammensetzung des Bluts *). Seine Resultate sind folgende:

| | Blutkörperchen | Fibrin | In Serum gelöste Stoffe | Wasser |
|---|---|---|---|---|
| 1. | 101 | 3 | 79,5 | 816,5 |
| 2. | 98 | 2,8 | 79 | 820,2 |
| 3. | 98 | 2,4 | 79,1 | 820,5 |
| 4. | 97 | 3 | 79 | 821 |
| 5. | 96,5 | 2,5 | 78 | 823 |
| 6. | 80 | 2,8 | 78,7 | 839 |
| 7. | 79 | 2 | 79 | 840 |
| 8. | 79 | 2 | 80 | 839 |
| 9. | 63,5 | 1,2 | 80 | 855,3 |
| 10. | 64 | 1,8 | 79 | 855,2 |
| 11. | 65,5 | 1,7 | 78,5 | 854,3 |
| 12. | 64 | 2 | 79 | 855 |

Aus dem Mitgetheilten erhellt zur Genüge, daß die Heilkunde vorerst nicht darauf auszugehen braucht, nach der chemischen Kenntniß des Blutes die Ausübung der Kunst zu regeln. Ich behaupte nicht, daß aus den ausgeführten Blut-Analysen nichts für sie zu lernen ist, sondern daß dies für sie noch bei Weitem nicht genug ist. Und was liegt überdieß nicht noch

*) Journ. de Pharm. et de Chim. T. 10, p. 119.

außer dem Fibrin und den andern Stoffen, auf welche man sich bei diesen Untersuchungen beschränkte!

**Blutkörperchen.** Das Blut der sogenannten Thiere höherer Ordnungen, namentlich der Wirbelthiere, ist eine Flüssigkeit, worin einige Arten von Körperchen sich unterscheiden lassen.

Die rothen, gewöhnlich sogenannten **Blutkörperchen***) sind für das bloße Auge unsichtbar. Sie erscheinen, durch das Mikroskop betrachtet, von der einen Seite her kreisrund oder elliptisch, von der andern scheibenförmig, beim Menschen und einigen andern Thieren biconcav, in der Mitte nicht gefärbt, sondern den Farbstoff in einem Ringe ringsum enthaltend, so lange sie im Blutumlauf sich befinden; nachdem sie aber der Luft ausgesetzt sind, werden sie in der Mitte aufgesetzt (opgezet) und zeigen dann einen stark entwickelten Kern, verlieren die Scheibenform und werden nach dem Umfang zugespitzt. Durch Wasser werden sie aufgesetzt und kugelförmig. Der Durchmesser der Blutkörperchen beträgt in Millimetern:

---

*) Man hat, nach dem Vorgange von Donné, gemeint, daß die Milz unter andern dazu diene, die Blutkörperchen hervorzubringen. J. Béclard (Ann. de chim. et de phys; T. 21, p. 506) hat jedoch Blut-Analysen gemacht, auch von dem Blut der Milz, woraus das Gegentheil folgen dürfte. Er fand Milzblut viel ärmer an Blutkörperchen und reicher an Eiweiß, wie das Blut aus anderen Theilen. Nach ihm hat das Blut aus folgenden Gefäßen die beistehende Zusammensetzung;

| | Halsader | | Arterien | | Milzader | | Pfortader |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wasser . . . . . . | 778,9 | — | 750,6 | — | 746,3 | — | 702,3 |
| Eiweiß . . . . . . | 79,4 | — | 89,5 | — | 124,8 | — | 70,6 |
| Blutkörperchen u. Fibrin | 141,7 | — | 159,9 | — | 128,9 | — | 227,1 |

Ich bezweifele zunächst diese Resultate; führen wir die Blutkörperchen, Fibrin und Eiweiß zusammen auf, so haben wir:

| Halsader | | Schlagader | | Milzader | | Pfortader |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 221,1 | — | 249,4 | — | 253,7 | — | 297,7 |

Bei solchen Verschiedenheiten zwischen dem Blut der Hals- und der Pfortader, zwischen Milz- und Pfortader; bei solcher Uebereinstimmung zwischen dem Blut der Milz und einer Schlagader, blickt es hervor, daß die Versuche schlecht ausgeführt sind. Mehr lernen wir hieraus nicht. Mikroscopische Untersuchungen scheinen jedoch herausgestellt zu haben, daß die Blutkörperchen in der Milz vernichtet werden. Vergl. Ecker in Zeitschr. f. rat. Med., Bd. 6. — Wagners Handw. Art. Blutgefäßdrüsen. Kölliker in Todd's Cyclopaedia of Anat. and Phys. Art. Spleen.

| | Kreisförmige |
|---|---|
| Mensch . . . . . . . . . . | 1/120 |
| Affe, Hund, Kaninchen, Schwein . | 1/150 |
| Esel, Katze, Maus . . . . . . | 1/170 |
| Hirsch, Kameel . . . . . . . | 1/218 |
| Ziege . . . . . . . . . . . | 1/288 |
| Pferd, Kuh, Schaaf. . . . . . | 1/290 |

| | Elliptische Kleinster Durchm. | | Größter Durchm. |
|---|---|---|---|
| Salamander . . . . . . . . . | 1/55 | — | 1/30 |
| Frosch . . . . . . . . . . . | 1/75 | — | 1/45 |
| Erdschildkröte . . . . . . . . | 1/77 | — | 1/48 |
| Taube, Ente . . . . . . . . . | 1/100 | — | 1/75 |
| Huhn . . . . . . . . . . . . | 1/100 | — | 1/80 |
| Otter . . . . . . . . . . . . | 1/100 | — | 1/50 |
| Eidechse . . . . . . . . . . . | 1/110 | — | 1/66 |
| Meise . . . . . . . . . . . . | 1/150 | — | 1/100 |
| Dromedar . . . . . . . . . . | 1/220 | — | 1/125 |

Es sind noch viel mehr Messungen angestellt; diese mögen als Beispiele dienen.

Die runden Blutkörperchen bestehen aus einer Hülle und einem Inhalt. Der feste Theil ist wenigstens aus zweierlei bestehend: dem was zum Kern und dem, was zu dem um den Kern Herumliegenden gehört. Das letztere verhält sich sicher als eine Protein-Verbindung. Man hat beide Stoffe bis jetzt noch nicht scheiden können, sondern sie mit einem einzigen Namen belegt, nämlich mit dem Namen **Globulin***).

*) Ich habe vor einigen Jahren die Zusammensetzung der Blutkörperchen in Verbindung mit Schwefelsäure bestimmt, so wie sie durch schwefelsaures Natron abgesondert werden, und nachdem sie mit Alkohol, mit Ammoniak und Schwefelsäure von dem Farbstoff und durch Wasser von dem darin Löslichen befreit waren. Sie sind dann farblos, aber für ihre Reinheit kann Niemand einstehen. Die folgende Zusammensetzung drückt also sicher aus, was zu den Zellenwänden und zu den Kernen gehört und im Allgemeinen Alles, was durch schwefelsaures Natron aus Blut abgeschieden wird. $C = 75{,}12$.

Obschon man diese zwei Stoffe nicht scheiden kann, hat man doch einigen Unterschied zwischen ihnen gefunden, welcher Mittheilung verdient. Kerne sowohl als Häutchen werden aufgelöst von schwachen Alkalien, Kali, Natron, Ammoniak, Kalk; die Häutchen allein, und nicht die Kerne, lösen sich in Wasser, Phosphor-, Sauerampfer-, Essig-, Citronensäure. Bei einer Temperatur von 30° kann die Essigsäure nach einiger Zeit jedoch auch die Kerne auflösen. Chlor, Salpetersäure, Schwefelsäure, Alaun, bewirken Zusammenziehung der Blutkörperchen und lösen weder die Häutchen noch die Kerne auf. — In Wasser, worin Gummi, Zucker, Eiweiß, Borsäure, oder Salze, wie schwefelsaures, salpetersaures Kali und Natron, Kochsalz ꝛc. aufgelöst sind, bleiben sie unverändert, so daß sie, wenn Blut mit diesen Flüssigkeiten gemischt wird, sinken, und eine hellere Flüssigkeit übrig lassen, oder selbst durch ein Filter abgesondert werden können.

Der Inhalt der rothen Blutkörperchen ist vorerst Serum, wovon mit Grund angenommen werden mag, daß es dieselbe Zusammensetzung hat, wie dasjenige, worin die Blutkörperchen schwimmen; es ist doch Zeit vorhanden gewesen, um Verschiedenheiten durch Endosmose auszuwechseln.

---

| | |
|---|---|
| C | — 53,2 |
| H | — 7,2 |
| N | — 15,7 |
| OS | — 21,4 |
| $SO_3$ | — 2,5 |

Den Schwefel habe ich damals nicht bestimmt; die Schwefelsäure gehört nicht wesentlich dazu, sondern stammt von der Bereitungsweise — Auflösung des Hämatins mit Alkohol und Schwefelsäure — her.

Man hat das Globulin mit der Substanz der Krystallinse verglichen, s. S. 313, wo C = 76,437 berechnet ist.

Hierbei erinnere ich, daß seit das auf p. 303 angeführte mitgetheilt wurde, neue Untersuchungen zu einem empirischen Ausdruck für Protein geführt haben, welcher der folgende ist: C = 75,12.

| | | |
|---|---|---|
| C | — 36 | . . . . . 54,7 |
| H | — 54 | . . . . . 6,8 |
| N | — 8 | . . . . . 14,2 |
| O | — 124 | . . . . . 2,3 |

$= C_{36}\, H_{50}\, N_8\, O_{10} + 2\, H_2O$; daß darin eine wandelbare Menge einer Verbindung vorkommt, die als $S_2\, O_2$ vorgestellt werden kann. S. Scheik. Ond. Deel IV, p. 227.

Hier kommt inzwischen eine Veränderung vor, die aus physiologischem Gesichtspunkt Beachtung verdient. Die Blutkörperchen müssen nämlich größer und kleiner werden, wenn die Dichtigkeit und Zusammensetzung des Bluts zeitweise sich ändert. Nach vielem Trinken, ohne damit gleichen Schritt haltende Urin-Abscheidung, wird das Serum zeitweise dünner, die Blutkörperchen nehmen hierbei mehr Wasser auf, schwellen an und werden größer, aber nehmen nach reichlicher Urin-Abscheidung wieder ab. Bei Zunahme der Dichtigkeit des Serums müssen sie zuerst kleiner werden und Wasser durchlassen, so nach starker Nahrung, mit Stoffen, durch welche die Anzahl der Blutkörperchen nicht vergrößert werden kann.

Zweitens kommt in diesen Blutkörperchen der Farbstoff des Bluts vor, von welchem p. 346 die Zusammensetzung und Eigenschaften angegeben sind.

Aus Versuchen von Berzelius, Müller, Lécanu und Figuier ist es bekannt geworden, daß durch viele Salzauflösungen — auch Zucker —, die mit dem Blut gemengt wurden, die Blutkörperchen abgeschieden und auf einem Filter gesammelt werden können. Läßt man Blut in eine lauwarme Auflösung von Glaubersalz fließen, so erhält man nach einiger Ruhe auf dem Boden des Gefäßes eine schöne rothe Schicht von den farbstoffhaltigen Blutkörperchen, während meistens ein leicht gelb gefärbtes Serum mit der Salzauflösung den größten Theil der Masse ausmacht. Gießt man die Flüssigkeit ab, setzt aufs Neue Glaubersalzlösung zu, läßt wieder sich absetzen 2c., so kann man schließlich die Blutkörperchen frei von Serum erhalten. Durch Filtriren kann man auf diese Weise, immer mit Glaubersalzlösung auswaschend, die Blutkörperchen rein erhalten.

Dumas*), von diesem lange bekannten Factum Gebrauch machend, räth an, erst durch Schlagen des Bluts das Fibrin

*) Comptes rend. T. 22. p. 900.

zu entfernen, und dann Luft in das Blut zu leiten, um die Unlöslichkeit der Blutkörperchen, welche den im Blut vorkommenden Farbstoff größtentheils besitzen, zu befördern. Die Unlöslichkeit derselben in schwefelsaurem Natron soll vor Allem durch Luft vermehrt werden, welche man möglichst bald nach dem Auslassen des Bluts hineinleitet, was sicher nicht so verstanden werden muß, wie Dumas angiebt, daß die Blutkörperchen noch einige Zeit nach dem Auslassen des Bluts sich als lebende Wesen verhalten, sondern was davon abhängt, daß sie in Serum, namentlich wenn dasselbe mit Wasser verdünnt wird, alsbald auflöslich werden, und, nachdem sie verschwunden sind, nicht wieder unlöslich gemacht werden können. — Die Oxydation der Bekleidungen der Blutkörperchen ist übrigens p. 352 u. f. mitgetheilt und außer allem Zweifel gestellt, und was Dumas später davon gesagt hat, kann diesem zur Bestätigung dienen.

Was die Zahlen für die Zusammensetzung der Blutkörperchen betrifft, so wie sie Dumas mitgetheilt hat, nämlich:

| | | von einer Frau | | von einem Hund | | von einem Kaninchen. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C | — | 55,1 | — | 55,1—55,4 | — | 54,1 |
| H | — | 7,1 | — | 7,1— 7,2 | — | 7,1 |
| N | — | 17,2 | — | 17,3—17,3 | — | 17,5 |
| O | — | 20,6 | — | 20,4—20,2 | — | 21,3 |

so sind sie von keinem Werthe. Er zieht die Blutkörperchen, nachdem sie durch Behandlung mit Glaubersalzlösung gut von Serum befreit sind, mit Alkohol und Aether aus. Dadurch werden sie in Wasser unlöslich und können nun also durch Wasser von dem anhängenden Glaubersalz befreit werden. Was nun übrig bleibt, ist ein Gemenge der Zellenwände, der Kerne und des Inhalts der Blutkörperchen — abgesehen von dem, was außerdem noch in Glaubersalzlösung, Wasser, Alkohol und Aether unlöslich geblieben ist. Die Zellenwand ist eine Proteinverbindung, der Inhalt enthält unter andern den

Farbstoff. — Die Analysen sind auch, was den Stickstoff betrifft, unrichtig; der Stickstoffgehalt kann unmöglich so groß sein.

Hinsichtlich der rothen Farbe, welche venöses Blut durch Glaubersalz- und andere Salzauflösungen annimmt, haben Roucher und Coulier*) dasselbe mitgetheilt, was wir davon p. 352 u. f. bereits angegeben haben. Die Luft hat hierbei keinen Einfluß, denn unter einer Oelschicht nimmt venöses Blut durch Glaubersalz auch die Farbe des arteriellen Bluts an. Arseniksaures Natron, Zucker, Chlorkalium, Jodkalium und andere Salze haben dieselbe Eigenschaft. Kohlensäure, durch mit einer Oelschicht bedecktes Blut geleitet, machte das Blut schwarz, und Glaubersalz, nach 24 Stunden hinzugefügt, stellte die Farbe nicht wieder her, weil die Blutkörperchen durch die Kohlensäure aufgelöst worden waren.

Roucher und Coulier theilen noch andere Versuche mit, die von Wichtigkeit sind. Sie leiteten Wasserstoffgas durch Blut, das mit Oel bedeckt war; das Blut wurde dadurch dunkler, venösem Blut ähnlich, jedoch weniger dunkel, als durch Kohlensäure. Glaubersalz, diesem Blut hinzugefügt, machte es heller, ohne die Farbe des arteriellen Bluts ganz wieder herzustellen. Die Blutkörperchen waren hierbei nicht verschwunden und nahmen, sobald sie der Luft ausgesetzt wurden, eine rothe Farbe an.

Der Wasserstoff hatte hier den Sauerstoff aus dem Blut verjagt (s. die Versuche von Magnus bei Athmen), und das Glaubersalz konnte daher in seinem Vermögen, die Hüllen der Blutkörperchen dichter zu machen — weißer und dadurch den dunkeln Farbstoff röther durchscheinen zu lassen, — nicht durch Sauerstoff unterstützt werden, welcher von Natur im Blut aufgelöst ist und durch welchen sonst eine Oxydation

*) Annuaire de chimie. 1847. p. 736.

der Hüllen und dadurch die Bildung einer weißeren Substanz aus demselben, zu Stande gebracht wird.

Durch diesen Versuch wird denn das p. 351 u. f. Mitgetheilte bestätigt, daß nämlich der Farbstoff des Bluts beim Athmen nicht verändert wird, sondern die Hülle der Blutkörperchen; daß wirklich eine Oxydation der Hüllen durch Sauerstoff statt findet, aber dies bloß in schon ausgelassenem Blut, so lange die Hüllen nicht aufgelöst sind, möglich ist; daß Salze 2c. die Hüllen contrahiren, weißer, dichter machen, aber daß sie allein, nicht durch die oxydirende Wirkung des Sauerstoffs unterstützt, durchaus nicht diese Dichtigkeit, diese Weiße der Hüllen geben können, welche Oxydation und Salze zusammen zu Wege bringen, so daß denn auch, wenn nur eine der zwei Ursachen wirksam ist, die dunkle Farbe des Farbstoffs durch die minder weiße der Hüllen nicht so hell roth hindurchscheinen kann.

Im Wesentlichen ist daher durch diese Untersuchung von Roucher und Coulier in dem so viel besprochenen Gegenstand der Farbenveränderung des Bluts keine Aenderung hervorgebracht, sondern derselbe ist noch in derselben Lage, wie er im Früheren behandelt ist.

Was den Zucker anlangt, so kann seine Wirkung auf die Hüllen der Blutkörperchen nicht ganz so wie die einer Salzauflösung angesehen werden. Die Luft, in einer Zuckerauflösung vorhanden, oxydirt sie, der Zucker selbst löst sie nicht auf; aber eine Contraction der Theile des Häutchens durch Zucker anzunehmen, wird durch die bekannte Wirkung von Zucker auf diese Art von Proteinverbindungen nicht angedeutet. Die Wirkung des Zuckers verdient daher näher untersucht zu werden; die Versuche, welche Roucher und Coulier darüber angestellt haben, lehren nichts und lassen die Sache unentschieden. — Das Einzige, was sich daraus etwa ableiten ließe, ist, daß der Zucker im concentrirten Zustande den Inhalt der Blutkörperchen durch Exosmose vermindere, sie verkleinere, und dadurch die Hülle dichter werden lassen kann, wodurch dann

der schwarze Farbstoff roth durchscheinen muß. Hierzu fügt sich in jedem Fall der Sauerstoff der in der Zuckerlösung enthaltenen Luft. Ob das erste wirklich stattfindet, kann aus Messungen der Blütkörperchen in Zuckerwasser und in Blut ermittelt werden. — Es ist um so mehr von Belang dies zu untersuchen, als es sicher ist, daß Wasser durch welches die Blutkörperchen erst anschwellen, und daher die Hülle dünner wird (?), das Blut dunkler macht*).

Ueber die Veränderung der Blutfarbe ist in der letzten Zeit, seit dem Erscheinen des p. 350 u. f. Mitgetheilten noch manches publicirt worden, namentlich von Bruch**), Scherer***) und Reuter,†) die jedoch die Sache nicht weiter gebracht haben. Bruch nimmt drei Ursachen der Farbenveränderung nach darüber angestellten Versuchen an: a) chemische Veränderung des Farbstoffes selbst; b) An- oder Abwesenheit von Blutkörperchen oder andern Theilchen; c) Veränderung der Form der Blutkörperchen, oder wohl ihrer zurückwerfenden Oberfläche. Für die erstere Ursache kenne ich keinen einzigen Beweis, auch nicht unter denen, welche Bruch angegeben hat. — Nach Reuter soll das venöse Blut mehr Wasser enthalten — was indessen nicht bewiesen ist — und wegen dieses großen Wassergehalts sollen die Hüllen der Blutkörperchen angeschwollen sein und demgemäß der Farbstoff dunkel hindurchscheinen. Der größere Gehalt an Kohlensäure in venösem Blut soll die Hüllen nach Reuter auch mehr durchscheinend machen, gerade so wie dies schon von ihm im Frühern mitgetheilt wurde; auch er giebt keine neue Gründe an, ebenso wenig als Scherer in seinen späteren Versuchen. Wir kön-

*) Die Versuche von Bonnet (Compt. rend. T. 23, p. 862) mit Cicuta, nux vomica, Belladonna etc., durch welche die Farbe des Bluts nicht geändert wurde, übergehe ich mit Stillschweigen.

**) Henle's Zeitschrift für rat. Med., 1844, S. 308 u. 440.

***) Ibid. S. 288.

†) Ibid. 1845, S. 165. S. Jahresbericht von Scherer, 1846, S. 324 u. 1848, S. 35.

nen daher den Gegenstand als auf demselben Standpunkt stehend ansehen, auf welchem er vor einigen Jahren stand, und noch die Ansicht festhalten, daß der Farbstoff des Bluts beim Athmen nicht verändert wird.

Mag auch noch einmal Licht darüber aufgehen, sicher wird die geringe Menge Farbstoffe, die im ganzen Organismus vorkommt, nimmer Rechenschaft geben von der Oxydation des arteriellen Bluts. Ueber die Menge des Farbstoffs fehlen uns noch Bestimmungen, aber nach der geringen Menge zu urtheilen, die man aus vielen Litern Blut erhält, scheint es nicht, daß ein ausgewachsener Mensch mehr als 8 bis 16 Gramm reinen Farbstoff besitzt*). Dadurch kann unmöglich von der Absorption von Sauerstoff und der Ausscheidung von Kohlensäure, die beständig in den Lungen statt hat, Rechenschaft gegeben werden.

Man kann inzwischen keineswegs behaupten, daß beim Athmen gar keine Einwirkung des Sauerstoffs auf das Hämatin statt findet, sondern nur daß nach allem, was wir gegenwärtig wissen, die Farben-Veränderung des Blutes nicht davon abhängig ist.

Marchand hat eine andere Betrachtungsweise über die Farbenveränderung des Blutes mitgetheilt**). Nach ihm muß dieselbe überhaupt nicht einer chemischen Wirkung zugeschrieben werden, sondern bloß einer mechanischen Wirkung der in dem Blut aufgelösten Gase. Er gründet diese Ansicht auf einen Versuch, wobei Blut, welches Sauerstoff aufgenommen hatte, unter der Luftpumpe — also durch bloßen Verlust von Sauerstoffgas, keinesweges chemisch gebundenen Sauerstoffs — dunkeler wurde. Ebenso können Wasserstoff und Stickstoff, die bloß den Sauerstoff mechanisch verjagen und keine chemische

---

*) Nach Schmidt würde die Menge viel größer sein; er rechnet 1 Th. Farbstoff auf 7 Th. Globulin in den Blutkörperchen. Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 61, p. 165.

**) Journ. f. pract. Chemie. Bd. 38, S. 273.

Verbindung von Sauerstoff mit irgend einem Blutbestandtheile zerstören können, auf keine andere Weise das rothe Blut dunkler machen, als durch mechanische Wirkung.

Die Bemerkungen von Marchand sind vollkommen richtig, so wie die Facta genau sind. Sie beweisen zunächst genugsam, daß der Farbstoff selbst, in den Blutkörperchen eingeschlossen, keine Rechenschaft von der veränderten Farbe geben kann; sie führen zur Annahme mechanischer Einflüsse, die so aufgefaßt werden mögen, daß der Sauerstoff im Blut gewisse Bestandtheile, welche es auch sein mögen, weißer macht ohne sich darum mit den Stoffen zu verbinden; daß Wasserstoff, Stickstoff, der luftleere Raum, indem der Sauerstoff ausgetrieben wird, die weißen Theilchen mehr durchscheinend werden lassen.

Daraus folgt jedoch nicht, daß der als Gas vom Blut absorbirte Sauerstoff keinerlei Materie des Bluts zugleich oxydirt; das Weißerwerden und die Oxydation müssen selbst Hand in Hand gehen, denn mit Sauerstoff versehenes Blut wird, wenn es mittelst der Luftpumpe davon befreit wird, nicht so dunkel wie Blut, welches nicht mit Sauerstoff geschüttelt wurde, ursprünglich ist. Der Versuch ist leicht genug anzustellen und bestätigend für die Ansicht, daß der Sauerstoff sowohl chemisch als mechanisch durchscheinende oder durchsichtige (doorschynende) Theilchen des Bluts (die Hüllen der Blutkörperchen) weiß, undurchsichtig macht. — Wie diese mechanische Wirkung aufgefaßt werden muß, wissen wir nicht; aber wir wissen auch nicht, weshalb Leim durch Alkohol weiß und glanzlos wird und durch Verdrängen des Alkohols mittelst Wassers wieder durchscheinend wird und dies so oft wiederholt werden kann als man will. Die mechanische Wirkung von Sauerstoff und Wasserstoff z. B. muß wahrscheinlich auf ähnliche Weise aufgefaßt werden.

Unter den in der That schönen Versuchen und Wahrnehmungen, die auf diesem Felde gemacht sind, und die alles

aufhellen, was wir über die Ursache der Farbenveränderung des Bluts im Früheren und hier oben mitgetheilt haben, müssen die von Harleß*) genannt werden. Während er die beiden Durchmesser der Blutkörperchen in Sauerstoff = 0,011 und 0,007 fand, fand er sie in Kohlensäure = 0,014 und 0,009, Sauerstoff machte den äußersten Umfang der Blutkörperchen undurchsichtig und scharf, das ganze Häutchen granulös; Kohlensäure machte den Umfang rund und die Granulation an der Oberfläche verschwinden; das Häutchen war durchscheinend, und nach einiger Zeit wurde es aufgelöst. **)

Fassen wir diese Wahrnehmungen von Harleß in dem Sinne auf, in welchem wir diesen Gegenstand im Früheren und hier oben stets betrachtet haben, so kommt es darauf hinaus, daß alles, was den dunkelbraunen Farbstoff unverändert durch die Umhüllungen der Blutkörperchen durchscheinen lassen kann, die Blutfarbe dunkel, alles was die Umhüllungen weiß macht, die Blutfarbe roth erscheinen läßt. ***)

---

*) Dissert. über den Einfluß der Gase auf die Form der Blutkörperchen von Rana Otemporaria. Erlangen. Auch in Scherer's Jahresbericht, 1847, S. 154.

**) S. auch Nasse in Wagner's Handw. Bd. 1, S. 97.

***) Die Beweise von Scherer (dessen Jahresb., 1648, S. 35), daß Fibrin und Blutkörperchen Sauerstoff aufnehmen, können nicht als gültig angesehen werden. Nach zwei und mehr Tagen beginnen solche Körper stets zersetzt zu werden. Nach Rees (l'Institut, 1848, Nr. 771 u. 772) soll der Unterschied zwischen venösem und arteriellem Blut bestehen in einem phosphorhaltigen Fetten und Phosphaten. Das venöse Blut soll in den Blutkörperchen ein phosphorhaltiges Fett und in Serum keine Phosphate haben, während das arterielle Blut Blutkörperchen haben soll ohne phosphorhaltiges Fett, dagegen im Serum phosphorsaure Salze der Alkalien.

Mit solchen Sachen ist der Wissenschaft schlecht gedient; keine einzige Wahrnehmung Anderer bestätigt diesen Ausspruch.

Nach Liebig (Thierchemie) ist die Sache anders. Werden die Blutkörperchen, in Wasser vertheilt, mit einer Auflösung von Schwefelkalium oder Schwefelammonium zusammengebracht, so verwandelt sich die rothe Farbe in dunkelgrün, oder in die Farbe, welche in einer Flüssigkeit vertheiltes Schwefeleisen besitzt. Hierdurch wird nach ihm angedeutet, daß die Blutkörperchen zweites Eisenoxyd besitzen. Indem nun das Hämatin eine Verbindung einer organischen Gruppe mit Eisenoxyd ist, so kann dieses Deutoxyd in Protoxyd verwandelt werden und wahrscheinlich auch wohl mit Säuren in Verbindung kommen. Er meint, daß im venösen Blut wohl kohlensaures Eisenoxidul mit der organischen Gruppe vorkommen und dieses bei der Umwandlung des venösen in arterielles Blut in Eisenoxyd., stets mit der organischen Gruppe vereinigt, verwandelt werden kann.

Es besteht wahrscheinlich ein kohlensaures Globulin, worüber hier unten bei Albumin gehandelt werden soll; es muß löslicher sein wie von Kohlensäure freies Globulin.

Außer dem Hämatin unterscheidet Simon †) einen andern Farbstoff im Blut, den er Hämaphaein nennt ††). Eingetrocknetes Blut wird mit kochendem Wasser ausgelaugt, wieder getrocknet und zu Pulver gerieben. Dieses zieht man mit Aether aus, so lange dieser noch etwas aufnimmt. Das Ungelöste wird mit kochendem Alkohol von 0,833 behandelt, welchem ein wenig Schwefelsäure zugesetzt ist, die Lösung mit kohlensaurem Ammoniak gesättigt und abdestillirt, gerade so wie bei der Darstellung von Hämatin. Der Rückstand in der Retorte wird mit Aether behandelt, welcher dadurch braun wird, dann das Zurückbleibende mit Wasser ausgezogen, welcher sich dabei gelb färbt. Endlich wird es mit Alkohol ausgezogen, welcher Blutbraun nicht Blutroth auflöst. Nach Verdampfung des Alkohols kann kalter Alkohol bloßes Blutbraun aufnehmen.

Das Hämaphaein ist ein brauner Körper, welcher bei höherer Temperatur, ohne zu schmelzen, sich zersetzt, ammoniakalische Producte giebt und mit Flamme verbrennt. Es bleibt dabei wenig Asche zurück, und in dieser Asche ist kaum eine Spur von Eisen. In kochendem Wasser ist es mehr oder weniger löslich, in Alkohol ist es in der Kälte schon leicht löslich, auch von Aether wird es aufgelöst; in Wasser löst es sich leicht bei Gegenwart von Alkali. — Es läßt sich mit den

---

So sollte es sein können; aber es sollte auch anders sein können, nämlich so, daß das in dem Sulfuret enthaltene Alkali einfach die Hüllen der Blutkörperchen gelatinös macht, so wie Essigsäure und Schwefelsäure, und daß dadurch die Farbe des Bluts dunkler wird, so wie Säuren dies verursachen. Dunkelgrün wird die Blutfarbe durch Schwefelkalium oder Ammonium nicht, sondern sie wird wie die Farbe des venösen Bluts. Bloßes Kali bewirkt dasselbe.

†) Handb. der angew. med. Chemie, Bd. 1, S. 328.

††) Ob gelber Gallenfarbstoff im Blute vorkommt, wie Denis meint, muß noch Untersuchungen zu entscheiden überlassen werden.

Oxyden von Quecksilber, Silber, Kupfer, Blei zu unlöslichen Verbindungen vereinigen.

Nach dem, was Simon darüber anführt, kann dieses Haemaphaein für nichts anderes, als von Eisen befreites Hämatein gehalten werden. Bei der Darstellung von Hämatein aus getrocknetem Blut sah ich diesen Stoff stets in reichlicher Menge zum Vorschein kommen, in viel geringerer Menge dagegen bei der Bereitung von Hämatein aus durch Glaubersalz abgeschiedenen und nicht getrockneten Blutkörperchen. Schon daraus mag geschlossen werden, daß das Hämaphaein ein Zersetzungsproduct des Hämateins ist.

Damit ist jedoch durchaus nicht beabsichtigt, das Hämaphäein aus der Reihe der normalen Blutbestandtheile auszuschließen. Im Gegentheil, ich sah es stets, welche Bereitungsweise des Hämateins ich auch anwandte. — Das Hämatin wird und verschwindet; der erste Act seiner Zersetzung scheint in dem Verlust von Eisen zu bestehen. Bis auf weitere Versuche hierüber glauben wir, daß das Simon'sche Hämaphaein ein Zersetzungsproduct des Hämatins ist.

Auch Simon spricht von coagulirtem Hämatin; was er darunter versteht, ist eben so undeutlich, als was jeder Andere darunter begreift. Das Hämatin ist entweder niemals oder immer coagulirt, d. h. es ist eine in Wasser unlösliche Materie. So lange es unzersetzt ist, bleibt es als unlöslich in den Blutkörperchen eingeschlossen; tritt es heraus, dann ist es zersetzt, hat Eisen verloren und zeigt die Eigenschaften von Simon's Hämaphaein, wozu gehört, daß es in schwachem Alkali und also in Blutwasser löslich ist.

Dampft man Serum, welches viel Farbstoff gelöst enthält, aber frei von Blutkörperchen ist, z. B. so wie man es bekommt, wenn man Blut einige Stunden mit Wasser gemischt stehen läßt, ab, so erhält man sehr viel Hämaphaein und sehr wenig Hämatin.

Hieraus meine ich ableiten zu können, daß der Farbstoff,

welcher im Blut außer den Blutkörperchen vorkommt, als zersetztes Hämatin, als Hämaphaein angesehen werden mag. — Von coagulirtem oder nicht coagulirtem Hämatin kann daher nicht die Rede sein.

Scherer hat eine Wahrnehmung gemacht, die sich hieran schließt. Er dampft Blut zur Trockne ab, vermischt den Rückstand mit starker Schwefelsäure, rührt mit Wasser an und läßt absetzen. In der Flüssigkeit ist dann eine reichliche Menge Eisensulphat. Aus der gut ausgelaugten festen Masse zieht er durch Alkohol eisenfreies Hämatin aus, welches er Blutroth nennt, welches ich aber von brauner Farbe sah und wovon ich meine, daß es mit dem Hämaphaein von Simon überein oder demselben nahe kommt. Der Alkohol, zur Trockne abgedampft, giebt auf jeden Fall kein Eisen, sondern der Rückstand läßt bei Verbrennen eine weiße Asche zurück, so wie dies auch früher Brande und Vauquelin gefunden hatten*)

Wo das Hämatin entsteht, ist nicht so dunkel, als woraus es entsteht; es muß in den Blutkörperchen gebildet werden, da diese erst farblos sind und dann gefärbt werden. Lehmann**) meint, daß es aus Fett entstehe, welches oxydirt wird. Aber der Stickstoff und das Eisen machen hierbei Schwierigkeiten. Wir wissen es nicht.

Die Meinung, daß es durch die Leber ausgeschieden wird, indem es von Eisen befreites Hämaphaein geworden ist, ist möglicherweise richtig; aber es ist doch eben so viel Grund, um es uns im Urin zu denken; mit Sicherheit ist nichts davon bekannt.

Man hat aus dem Eisengehalt des Bluts und des Hämatins den Gehalt des Bluts an letzterem zu bestimmen ge-

---

*) Scherer in Ann. d. Chem. und Pharm. Bd. 4, S. 1. Brande in Ann. de Chim. et de Phys. T. 94, p. 52. Vauquelin in Ann. de Chim. et de Phys. T. I, p. 9.

**) Lehrb. der Phys. Bd. 1, S. 314, 1850.

sucht†); dabei begeht man indeß den Fehler, daß man das Eisen des Bluts, was von den Speisen abstammt oder von zersetztem Hämatin herrührt, mit als zum Hämatin gehörend ansieht. In Fleisch- und Pflanzenspeisen kommt meistens Eisen vor; dieses Eisen wird nicht unmittelbar und auch nicht der ganzen Menge nach in Hämatin verwandelt und umgekehrt wird das aus zersetztem Hämatin herrührende Eisen auch nicht sofort aus dem Blut weggeführt — und zer- zersetzbar ist doch auch sowohl das Hämatin, wie alle andere organische Gruppen des Körpers. — Man findet in Blutserum, das ganz frei ist von Blutkörperchen, stets etwas Eisen. — Bestimmungen von Hämatin, die darauf beruhen, geben daher dessen Menge viel zu hoch an.

Virchow ††) hat einen sehr bemerkenswerthen Körper angezeigt, den er Hämotoidin, auch wohl Xanthose, nennt und der in Extravasaten, unterbundenen Adern, nach einigen Tagen entsteht. Er besteht aus Krystallchen, die zum monoklinischen System gehören, ist gelblich, röthlich oder schön roth von Farbe; zuweilen ist er amorph; unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, Essigsäure, verdünnten Mineralsäuren und Alkalien. Lehmann†††) sah ihn durch Alkohol, welcher Schwefelsäure oder Ammoniak enthielt, aufgelöst werden, so wie dies mit Hämatin geschieht, jedoch nicht immer. Zuweilen kann man Eisen darin nachweisen, in andern Fällen wieder nicht.

Die Kenntniß von dem Hämatoidin ist noch beschränkt; wahrscheinlich werden wohl verschiedene Körper unter diesem Namen begriffen; aber in jedem Fall ist die Entdeckung von großem Gewicht, daß es wohl ohne Zweifel ein Zersetzungsproduct von Hämatin ist, welches mit Hämatin nahe verwandt ist, und da es im krystallinischen Zustande vor-

---

†) Lehmann physiol. Chem. Bd. 1. S. 312. 1850.

††) Archiv f. path. Anatom. Bd. 1, S. 383.

†††) Lehrb. der phys. Chem. Bd. 1, S. 311. 1850.

kommt, in jedem Fall zur Kenntniß des Hämatins viel beitragen kann, indem es glücken mag, eine größere Menge davon durch Kunst aus dem Hämatin zu bereiten.

So weit über die gefärbten Blutkörperchen und ihren Inhalt.

Eine vergleichende Untersuchung der ungefärbten und der gefärbten Blutkörperchen wurde von Donders und Moleschott ausgeführt*). Sie benutzten dazu vorzüglich Frösche, weil die Menge der farblosen Blutkörperchen im Vergleich zu der der gefärbten hier größer ist. Sie fanden im Allgemeinen bestätigt, was Wharton Jones von den Blutkörperchen angegeben hatte, und unterscheiden die folgenden Sorten von Blutkörperchen, ungefärbte und gefärbte. Die ungefärbten sind: sehr kleine, die sie Körnerzellchen nennen, und größere; die letzteren entwickeln sich aus den ersteren und zeigen sich in verschiedenen Uebergangsformen bis zu ihrer größten Entwickelung, zum Schluß als blasse farblose Zellen mit deutlichen Kernen; die Zellen sind in der Regel oval, sehr blaß, so daß man erst bloß den Kern sieht und nur bei gutem Licht die blasse Zelle unterscheiden kann. — Bei Fröschen, die lange gehungert hatten, waren die Zellen verschwunden und nur die Kerne noch zu erkennen.

Die rothen Blutkörperchen fanden sie bei Abschluß der Luft, im Widerspruch mit der Angabe von Jones, kernlos, eben so wie beim Menschen und den andern Säugethieren, wo der Kern zum Vorschein kommt, wenn das Blut der Luft ausgesetzt untersucht wird, oder auch, wenn, ohne Zutritt der Luft, Wasser darauf einwirkt. Den Kern der ovalen gefärbten Blutkörperchen halten sie im Ganzen nicht für die Folge einer Coagulirung eines Theiles des Inhalts, sondern für einen besondern Kern, dessen Substanz durch Luft und Wasser unterscheidbar wird.

---

*) Holl. Beiträge. 1848. S. 360.

Sie fanden außer den ovalen gefärbten beim Frosch auch noch rothe (runde?) gefärbte Blutkörperchen ohne Kern und sehr dunkel gefärbt und glänzend, und halten diese für die höchst entwickelte Form der Blutkörperchen beim Frosch, in Uebereinstimmung mit dem der Säugethiere. Endlich sahen sie noch Uebergangsformen von den kernhaltigen gefärbten zu den kernfreien gefärbten Blutkörperchen.

Indem sie Blut von Fröschen, welche mehr oder weniger gehungert hatten — also nach Consumtion eines Theils der Blutbestandtheile — untersuchten, fanden Donders und Moleschott beim Blut aus dem Herzen, daß durch Hunger die runden, glänzenden, kernlosen Blutkörperchen mit der Dauer des Hungers an Menge abnahmen; daß die Menge der ovalen kernhaltigen, dem Wasser Widerstand bietenden im Verhältniß zu den runden kernlosen, zunimmt, daß die Menge dieser letztern im Verhältniß zu der Summe der durch das Wasser durchsichtig gewordenen gefärbten Körperchen, und der kleinen Körnerzellchen, ansehnlich bleibt.

Daraus folgt also, daß die gefärbten, kernlosen, glänzenden, runden Blutkörperchen die höchst entwickelte Form der Blutkörperchen sind und bei Mangel an Nahrung zuerst verschwinden. Aber ihre Zahl ist im normalen Zustand besonders klein und im Verhältniß zu den gewöhlichen wie 1 zu 25. Es sind daher nur einige Blutkörperchen vorhanden, welche diese höchste Entwickelung bekommen.

Das Verhältniß der weißen zu den gefärbten Blutkörperchen finden sie im normalen Zustand wie 1 zu 8, und durch den Hunger sahen sie die Zahl der weißen Blutkörperchen sich vermindern, ein Schluß, welcher für andere Thierklassen, jedoch ohne Zählung, schon früher angegeben war.

Nach einem Hunger von 22 Tagen sahen sie in dem Blut viele blasse Kernzellen von runder Gestalt, mit sehr durchsichtiger Membran, die zuweilen als zerrissen, zuweilen ganz

verschwunden ist; so daß die einzelnen Zellen übrig geblieben waren Am 22. Tage fanden sie auf 40 rothe Blutkörperchen 2,75 freie Kerne und ein Körnerzellchen, aber am 28. Tage des Hungers schon mehr Kerne als rothe Blutkörperchen.

Aus dieser Wahrnehmung mögen wir in Bezug auf die Bestandtheile der Blutkörperchen schließen, daß einige verschiedene Körper als Baustoffe der Blutkörperchen existiren können. Nehmen wir an, daß die kernlosen und kernhaltigen rothen Blutkörperchen, was ihre Membran betrifft, verschieden sind, so erklärt sich das schnelle Verschwinden der ersteren, das längere Standhalten der letzteren. Zweitens kommt der Kern der gefärbten hier in Betracht; ferner die Membranen der blassen kernhaltigen Zellen, die inzwischen sowohl hinsichtlich ihrer Membran wie ihrer Kerne mit den gewöhnlichen gefärbten gleich stehen können. Endlich die Könerzellchen. — Nennen wir alle diese Stoffe Protein-Verbindungen, so ist es möglich, daß wir hier in den gefärbten und ungefärbten geformten Bestandtheilen des Blutes — also außer dem Fibrin und Albumin — mit 4 oder 6 verschiedenen Stoffen zu thun haben. Und nennen wir alles zusammen Globulin, so blickt es doch klar hervor, was auch hierin noch für die organische Chemie zu thun übrig bleibt.

Wer nun das Blut in Masse analysirt und es in der Zusammensetzung gleich mit Muskeln findet, von dem kann man sicher nicht sagen, daß er einen Begriff besitze von dem, was die physiologische Chemie eigentlich nöthig hat.

Es ist zu beklagen, daß bis jetzt noch nicht Rechenschaft gegeben ist von der Verwandlung eines der genannten Stoffe in einen andern, in so fern diese Verwandlung wirklich statt findet. Die farblosen Blutköperchen werden für Chyluskörperchen gehalten*).

Das Fibrin ist im Blut ein Körper im auflöslichen

---

*) So meinen Müller, Wagner, Nasse u. A., s. Wagner's Handw. I. S. 99.

Zustande und wird fest, wenn das Blut ausgelassen wird und zur Ruhe kommt. Es bildet dann ein Netz von Fasern, worin die Blutkörperchen zurückgehalten werden, während ringsum sich farbloses Serum befindet.

Vergleichen wir die Zusammensetzung des Fibrins (p. 1020) mit der des Albumins (p. 1022), so sehen wir Verschiedenheit im Schwefel- und Kohlenstoffgehalt; letzteres wird besonders durch eine verschiedene Menge Sauerstoff bedingt. Nach Melsens soll auch mehr Stickstoff im Fibrin sein, nämlich 17,7 Poc., ein Resultat, welches durch Unger und Strecker bestätigt ist, nämlich 17,57*). Solche Ergebnisse können schwerlich Verschiedenheiten bei den Versuchen zugeschrieben werden. Ob dann und wann fremde Stoffe im Fibrin vorkommen und also wirklich Verschiedenheit in der Zusammensetzung besteht, oder ob die Reinigungsweise des Fibrins, das Ausziehen mit verschiedenen Lösungsmitteln, auf die Zusammensetzung von Einfluß ist, muß in nähere Erwägung gezogen werden. Aber sicher ist es, daß, wenn auf diese Weise eine Verschiedenheit vorhanden ist, diese auf unsere Kenntniß von der eigentlichen Zusammensetzung des Fibrins von keinem Einfluß zu sein braucht; denn Fibrin, welches in Salzsäure gelöst und durch kohlensaures Ammoniak niedergeschlagen wurde, giebt stets dasselbe Resultat**), ein Resultat, welches ganz mit dem übereinstimmt, welches ich für nicht auf diese Art behandeltes Fibrin fand (s. p. 1039 hier oben).

So gleichfalls der Stoff, welcher aus Fibrin durch Behandlung mit warmer Kalilauge und Fällen mit Essigsäure erhalten wird, welcher damit ganz überein kommt.

Die Bildung der Fibrinfasern, d. h. der Uebergang des Fibrins aus dem gelösten in den festen Zustand — eine Er-

*) Scheik. Onderz. Deel IV, p. 377.

**) Ibid. p. 396.

scheinung, wodurch die Bildung des Blutkuchens, der insula, bedingt wird — ist eine Veränderung, über welche viel verhandelt ist. Es ist ohne Zweifel keine Orydations-Erscheinung. In dem Blut im Körper sind aufgelöste Theilchen von einer eigenen Beschaffenheit mit dem Albumin gemengt, sowie Salpeter und Zucker in Wasser gemengt sein können. Die Fibrin bildenden Theilchen werden nach dem Auslassen des Bluts an die Luft fest, und reihen sich zu Fäden an einander, die sich mehr und mehr zusammenziehen und schließlich mit den eingeschlossenen Blutkörperchen in dem übrigen Serum als ein Kuchen schwimmen bleiben (Blutkuchen).

Man hat diese Coagulirung einer Orydation zugeschrieben, um so mehr, als Fibrin mehr Sauerstoff enthält wie Albumin; aber im luftleeren Raume wird das Fibrin ebenfalls fest. Die Umstände, welche auf das Nichtentstehen oder die langsamere Bildung der Fibrinfäden — also auf das Coaguliren des Bluts — Einfluß haben, sind folgende: durch Hinzufügung einer concentrirten Auflösung von schwefelsaurem Natron, essigsaurem Kali, salpetersaurem Kali, Chlorkalium, Chlornatrium oder Borax zu dem frischen Blut wird das Gerinnen verzögert oder verhindert; ferner wird die Coagulirung verringert durch die kohlensauren Alkalien; entgegen gewirkt wird ihr durch verdünnte Mineralsäuren; durch salpetersaures Strychnin, durch Morphin, Nicotin, Opium wird sie vermindert (Hamburger, Hewson, Schulz, Simon, Magendie, Hunter).

Durch Berührung mit thierischen Theilen, wie Fleisch, thierischen Häuten 2c., wird der Coagulirung entgegen gewirkt. Durch Kälte wird sie verzögert; plötzlich gefrierend, wird das Blut beim nachherigen Aufthauen erst flüssig und coagulirt dann bei Erhöhung der Temperatur. Hewson meint, daß 38° bis 40° für das Coaguliren die günstigste Temperatur ist. Darum, um die Coagulation zu befördern, macht man auch die Gefäße, worin das Blut bei einem Aderlaß aufgefangen wird, lauwarm.

Befördert wird die Coagulirung durch galvanische Electri-

cität, durch schnelle Verdampfung des Bluts, durch Gummi, Zucker, Kleister, durch Abkochungen von Digitalis, Taback, Alkohol, Aether (Hamburger und Magendie).

Die Coagulirung erfolgt in Wasserstoff- oder Kohlensäuregas ebenso gut wie in der Luft.

Die Veränderung bleibt also außerhalb des Terrains der Oxydation, selbst des Stoffwechsels, und gehört auf das Gebiet der Isomerien. Im Körper kann dem Festwerden der aufgelösten Fibrintheilchen entgegen gewirkt werden durch ihren Contact mit allerlei thierischen Theilen im Zustande der Umsetzung — ein Stückchen Fleisch, ein Stück eines Magens thut außer dem Körper im frischen Blut dasselbe —, aber dem Einfluß dieser Theile entzogen, wird das Fibrin in der Ruhe und bei einer Temperatur zwischen 0° und 40° fest, sowie Eiweiß es bei 60° bis 64° wird, welches Eiweiß auch nichts weiter nöthig hat, um dann fest zu werden.

Der Unterschied indeß, welcher zwischen dem Festwerden von Eiweiß und von Fibrin besteht, mag nicht vernachlässigt werden. Beim Eiweiß ist es eine bestimmte Temperatur, deren es bedarf, beim Fibrin ist die Temperatur eine mehr untergeordnete Bedingung; es wird kein bestimmter Wärmegrad erfordert, sondern nur, daß das Fibrin den Einflüssen entzogen werde, die dem Festwerden entgegen wirken. Diese Einflüsse kennen wir nicht; das Flüssigbleiben der Fibrintheilchen im Körper muß von bestimmten thierischen Theilen ausgehn, die zum Blutgefäßsystem gehören, und wahrscheinlich wohl nicht zu den großen Gefäßen, sondern zum Capillarsystem; bilden sich doch in der Cholera während des Lebens falsche Polypen von coagulirtem Fibrin im Herzen und den großen Gefäßen und sind die Ursache der Beängstigung*). Auch hier ist es also das träge Fließen des Bluts, die Ruhe, wovon wir schon

*) Natuur-en Scheik. Archief. Deel I.

früher gesprochen haben, wodurch die Coagulirung zu Stande kommt.

Obschon wir weit entfernt sind, die Primitivfasern der Muskeln (p. 630) für fest gewordenes Fibrin zu halten, tragen doch die im Blut aufgelösten und durch die Wände der Capillargefäße nach Außen gedrungenen Theilchen des Fibrins dazu bei, die Hauptmasse der Primitiv-Muskelfasern zu bilden. Für das Festwerden dieser Theilchen in dem Sarcolemma, welches sie auch durchdringen müssen, ist Ruhe hinreichend, eben so wie für das Coaguliren des Fibrins in dem Blutkuchen.

Es bleibt die Frage, ob die leichter oder die minder leicht löslichen Kügelchen, wovon p. 636 gesprochen ist, in den Muskeln aus den Theilchen des Blutfibrins gebildet werden.

Nach v. Baumhauer*) ist die Zusammensetzung der Substanz der Fischmuskeln, die man erhält, wenn man diese mit Essigsäure auszieht und durch Ammoniak niederschlägt, nicht der des Fibrins gleich, sondern eher der des Albumins. — Aber das Fleisch von Fischen verhält sich anders, wie das von Säugethieren und Vögeln.

Von Rindfleisch bekam Adriani durch Behandeln mit kaltem Wasser, Auflösen in Essigsäure und Fällen mit kohlensaurem Ammoniak einen Niederschlag, dessen ich p. 641 bereits gedacht habe. (C ist daselbst noch = 76,437 gerechnet)**).

*) Scheik. Onderz. Deel IV, p. 318.

**) Nach Analysen von Strecker (Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 73, S. 127) ist der Stoff, der erhalten wird, wenn man mit Wasser gut ausgelaugtes Fleisch mit verdünnter Salzsäure übergießt, worin er sich auflöst, und ihn dann aus der Lösung mit kohlensaurem Ammoniak niederschlägt, dem Blutfibrin in der Zusammensetzung fast gleich. Er fand dafür (C = 75,12):

| | | |
|---|---|---|
| C | 54,46 | 53,67 |
| H | 7,28 | 7,27 |
| N | 15,84 | 16,26 |
| O | 19,81 | |
| S | 1,21 | 1,11 |
| Asche | 1,40 | |

Diese Resultate weichen in O und N von denen von Adriani ab; sie stimmen,

Mit der Bildung der Ansteckungskruste verhält es sich ebenso, wie mit dem Festwerden des Fibrins. — Der Stoff, woraus die Ansteckungskruste besteht, steht dem Fibrin in Zusammensetzung und Eigenschaften nahe, aber ist nicht dasselbe. Nach den letzten Untersuchungen von Fibrin haben wir (C = 75,12):

| | Fibrin*). | Ansteckungskruste**). I. | II. |
|---|---|---|---|
| C | 52,66 | 51,62 | 51,90 |
| H | 6,93 | 6,93 | 6,07 |
| N | 15,51 | 15,51 | |
| O | 23,37 | 25,03 (O, S, P zusammen) | |
| S | 1,20 | | |
| P | 0,33 | | |

Indem wir die Möglichkeit erkennen, daß in der Menge von Sulphamid oder Phosphamid später einige Verschiedenheit zwischen beiden gefunden werden kann, nähern sie sich doch einander. — Auf dem Blut von Pferden, besonders, wenn sie gut gefüttert sind, findet man stets, eben so wie zuweilen beim Blut vom Menschen nach starkem Essen oder beim Blut von schwangern Frauen, eine Ansteckungskruste. Dies beweist noch mehr die Annäherung an Fibrin.

Woher die Verschiedenheit in der Zusammensetzung von Ansteckungskruste und Fibrin? Daß Ansteckungskruste kein Fibrin ist, geht aus diesen Analysen genugsam hervor und dies kann noch näher gezeigt werden, wenn frisches Fibrin und frische Ansteckungskruste nur eine Viertelstunde mit Wasser ge-

---

außer im Stickstoffgehalte, mit dem überein, was v. Baumhauer für eine auf gleiche Weise erhaltene Substanz aus Scholle und Zunge fand (l. l. p. 317.).

C — 54,87 — 54,82
H — 7,08 — 9 ,87
N — 15,50 — 15,50.

Liebig, welcher die Versuche von Strecker mittheilt, sagt von den Versuchen Adriani's und v. Baumhauer's kein Wort.

*) Scheik. Onderz. Deel IV, p. 274.

**) Ibid. Deel. I. p. 560. I. ist von einem Pleuritischen, II. aus Pferdeblut.

kocht werden. Beim Fibrin bekommt man in dieser Zeit nur Spuren einer in Wasser gelösten Substanz, bei Ansteckungskruste 14 Proc. und durch fortgesetztes Kochen mehr, dann giebt das Fibrin diesen Stoff aber auch in reichlicherer Menge, wenigstens wenn das Kochen z. B. 40 Stunden lang fortgesetzt wird. — Durch langes Kochen an der Luft wird das Fibrin in der That oxydirt und Tri-Oxyprotein daraus gebildet, welches nach meinen letzten Untersuchungen*) mit Ammoniak verbunden als eine saure Verbindung, die folgende Zusammensetzung hat (C = 75,12):

| | | |
|---|---|---|
| C — | 72 — | 51,1 |
| H — | 114 — | 6,6 |
| N — | 18 — | 14,6 |
| O — | 30 — | 27,7 |

$= 2 (C_{36} H_{50} N_8 O_{13}) + N_2 H_8 O + 3 H_2O$.

Es ist dieser Stoff, welcher mit dem Fibrin verbunden die Ansteckungskruste bildet und wodurch der niedrigere Kohlenstoffgehalt der Ansteckungskruste bedingt wird. Er ist in Wasser leicht löslich, und wird, wenn man die Ansteckungskruste mit Wasser kocht, in beträchtlicher Menge daraus aufgelöst.

In Pferdeblut muß also immer Tri-Oxyprotein gefunden werden, und da Ansteckungskruste, wenigstens Krusten, die daran grenzen, sehr leicht auf Menschenblut vorkommen, ist das Tri-Oxyprotein ohne Zweifel ein im Blut nie ganz fehlender Körper; es muß unter den extractartigen Körpern des Bluts sich finden.

Was nach Entfernung des Tri-Oxyproteins durch warmes Wasser von der Ansteckungskruste übrig bleibt, hat die Zusammensetzung des Fibrins, und mag mehr oder weniger als coagulirtes Fibrin angesehen werden. Ansteckungskruste ist oftmals reich an ungefärbten Blutkörperchen.

---

*) Scheik. Onderz. Deel IV. p. 283.

Wir kommen also zu dem Schluß: Ansteckungskruste ist aus zwei Stoffen zusammengesetzt: Tri-Oxyprotein und Oxyprotein; Fibrin besteht aus dem letzteren allein, wenigstens was die Hauptmasse betrifft: Fibrin enthält in jedem Fall mehr Sauerstoff als Protein und also auch mehr als Eiweiß.

Die Hauptstoffe der Ansteckungskruste sind also im Blut aufgelöst, werden darin aufgelöst erhalten durch dieselben Ursachen wie das Fibrin, und werden außer dem Körper, bei der Ansteckung des Bluts, unter denselben Umständen fest oder nicht fest wie das Fibrin.

Das Steigen der Theile der Ansteckungskruste auf die Oberfläche des Bluts liegt auch an einem großen Fettgehalt derselben, eben so wie beim Fibrin. Ich fand in der trockenen Kruste 4 Proc. Fett*). Dieses Fett ist mit den aufgelösten Theilchen der gestehenden Kruste innig verbunden, kommt nach dem Auslassen des Bluts als eine durchscheinende Schicht auf die Oberfläche und wird dann fest. Unter der Kruste findet man durchgehends viel weniger Fibrin, wie im gesunden Blut, woraus entweder eine Uebereinstimmung zwischen Ansteckungkruste und Fibrin, oder wenigstens ein leichter Uebergang des letzteren in erstere abgeleitet werden mag.

Die Stoffe, die Oxyprotein enthalten, vorzüglich wenn sie zugleich viel Phosphamid enthalten, wie Legumin**) (C = 75,12):

| | | Von Erbsen. | | Vermindert um $SN_2H_4$ und $P_2N_2H_4$. | | At. | | Oxyprotein, berechnet. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | — | 50,72 | — | 53,5 | — | 36 | — | 53,6 |
| H | — | 6,57 | — | 6,8 | — | 54 | — | 6,7 |

*) Natuur-en Scheik. Archief. Deel IV, p. 368. In Fibrin fand ich ungefähr eben so viel, l. l. Deel I., p. 5.

**) Scheik. Onderz. Deel IV, p. 414. = $C_{36}H_{50}N_8O_{10} + O + 2H_2O$, nach Versuchen von Norton. Löwenberg (Pogg. Ann. 1849, Nr. 11 und 12) hat zersetztes Legumin für Legumin gehalten.

| Von Erbsen. | Vermindert um $SN_2H_4$ und $P_2N_2H_4$. | At. | Oxyprotein, berechnet. |
|---|---|---|---|
| N — 15,77 | — 14,7 | — 8 | — 13,9 |
| O — 23,78 | — 25,0 | — 13 | — 25,8 |
| S — 0,77 | | | |
| P — 2,39 | | | |

geben beim übermäßigen Genuß leicht Ansteckung, so wie es der Genuß vieler Bohnen bei den Pferden lehrt. — Wenn man Pflanzen-Proteinverbindungen durch den Namen von thierischen Proteinverbindungen unterscheiden will, so dürfte Legumin zunächst an Fibrin oder an Ansteckungskruste angrenzen, so wie dies sich zeigen kann, indem man das Phosphamid von Legumin abzieht; was übrig bleibt, ist in der Zusammensetzung der organischen Gruppe von Fibrin gleich.

Hierbei vergesse man jedoch das Phosphamid nicht; es ist es, welches als Phosphor auf den Organismus zu wirken scheint; welches Aufweckung (opwecking) giebt, wie kleine Mengen Phosphor. Jeder kann sich davon überzeugen, der einige Tage viel Fleisch genießt und dann seine Diät zum Theil wechselt mit Erbsen oder Bohnen; man wird sich im letztern Fall viel mehr genährt, viel kräftiger, viel mehr aufgeweckt fühlen.

Die Ansteckungskruste ist beinahe ganz und gar von gefärbten Blutkörperchen befreit; so schnell haben die aufgelösten Theile im noch aufgelösten Zustande die Oberfläche erreichen können, daß sie durch alle die Blutkörperchen aufsteigen konnten, ohne mehr als einige wenige — und dann wohl noch in den untersten Schichten — einzuschließen.

Die bläulich gefärbten und andere Speckhäute, die auf gewissen Blutsorten gesehen werden, scheinen mehr mit einer gewissen Armuth an Blutkörperchen, oder einer gewissen größeren Dichtigkeit des Blutserums in Verbindung zu stehen, als mit einem durchgehends größeren Gehalt an Fibrin oder einem mit Ansteckungskruste übereinstimmenden Stoff, z. B.

bei Scorbut ꝛc. Eine Verschiedenheit im Fettgehalt, eine andere Art von Fett, mit dem Fibrin verbunden, ist vielleicht die Ursache solcher Verschiedenheiten: an einige so sehr verschiedene Arten von Fibrin ist nicht zu denken, obschon es nicht unmöglich ist, daß es mehr als eine Art von Fibrin giebt.

Es kann bei verschiedenen Arten Fibrin Verschiedenheit vorhanden sein im Gehalt an phosphorsaurem Kalk, welcher einen wesentlichen Bestandtheil von zu Fäden festgewordenem Fibrin ausmacht. Ich fand den Phosphorgehalt im Fibrin = 0,33 Proc. und die Menge des Phosphors in dem phosphorsauren Kalk, der mit dem Fibrin von Kühen verbunden war, auch zu 0,33 Proc., was 1,32 Proc. *) phosphors. Kalk entspricht und auf eine chemische Verbindung von diesem phosphorsauren Kalk mit Fibrin hinweist. Gewöhnlich untersucht man das Fibrin, nachdem es durch eine Säure soviel als möglich davon befreit ist, aber von physiologischem Gesichtspunkt aus muß der phosphorsaure Kalk zu seinen Bestandtheilen gerechnet werden. — Da indeß Fibrin vorkommt, welches weniger als 1,32 Proc. Asche zurückläßt, selbst bis 0,77 Proc. hinab, da auch ein viel größerer Aschengehalt in Fibrin gefunden ist**), so scheint der Gehalt an phosphorsaurem Kalk darin nicht constant zu sein, und es kann also in der That eine gewisse Verschiedenheit in den Eigenschaften des Fibrins — und im Allgemeinen in den Eigenschaften der Proteinverbindungen — zu Stande kommen, bloß durch Verschiedenheit im Gehalte an unorganischen Stoffen. — Bei Eiweiß sehen wir eine Verschiedenheit im Schwefelgehalt zwischen Eiweiß aus Blutwasser und Eiweiß aus Hühnereiern; die kleinen Verschiedenheiten, welche diese beiden Eiweißarten zeigen, können bloß von diesem verschiedenen Gehalt an Sulphamid abhängen. Eiweiß aus dem Pflanzenreich hat einen andern Sulphamid-Gehalt.

---

*) Natuur-en Scheik. Archief, Deel VI., p. 98 u. 112.

**) l. l. p. 112.

Bei den Stoffen, welche Protein enthalten, wissen wir, daß durch kleine Abweichungen in dem Gehalt an den mit dem Protein verbundenen Körper die Neben- — nicht die Haupteigenschaften — dieser Stoffe, welche wir gegenwärtig mit einem verschiedenen Namen bezeichnen, verschieden sind.

Virchow *) macht einen Unterschied zwischen venösem und arteriellem Fibrin, da das erstere in einer Salpeterlösung in zwei Tagen, das letztere kaum in 14 Tagen weich zu werden beginnt. Damit kommt überein, was Denis und Scherer **) von der Ansteckungskruste sagen, die auch in einer Salpeterlösung nicht aufgelöst wird, wenn sie von einem Pneumonicus herstammt; ist sie von einem an fibris puerperarum Leidenden, so wird sie von Salpeterwasser schnell aufgelöst. — Wenn wirklich ein solcher Unterschied zwischen venösem und arteriellem Fibrin besteht, so wird die Untersuchung dieser zwei Fibrinarten auf's Neue wichtig; dieser Unterschied kann klein sein, der gegenwärtigen Elementar-Analyse entgehen, er kann auf einer kleinen Einmengung beruhen, in dem vielleicht, was Buchardat Eridermose nennt †), aber er ist wichtig genug, um beachtet zu werden, sowohl aus dem Gesichtspunkt des Stoffwechsels des Bluts, wie aus dem der Bindung von Sauerstoff beim Athmen.

Zimmermann ††) hat sich gegen eine Verschiedenheit des Fibrins erklärt; aber er scheint sich selbst nicht zu verstehen.

Daß das Fibrin, so wie man es durch bloßes Auswaschen von Blut mit Wasser erhält, eigentlich nicht coagulirt zu nennen ist, erhellt daraus, daß es dann leicht in Essigsäure gela-

*) Henle und Pfeufer, Zeitschrift, Bd. 5, S. 213.

**) Jahresbericht über die Fortschritte in der Pharmacie, 6. Jahrgang 1847, S. 146.

†) Scheik. Onderz. Deel I., p. 555.

††) Polemisches und Positives über den Faserstoff im Archiv für physiologische Heikunde, 5. Jahrgang, S. 249. S. auch den genannten Jahresbericht von Scherer, 1847, S. 149, und 1848, S. 32.

tinös wird, in Salzlösungen löslich ist, während es, wenn es bei gewöhnlicher Temperatur mit Alkohol behandelt, und mehr noch, wenn es mit Alkohol und Aether ausgekocht ist, von dem Vermögen, gelatinös oder aufgelöst zu werden, viel verloren hat. Dann sollte es erst coagulirt genannt werden, wenn man einmal diesen Namen beibehalten will. Wir finden also, obschon im geringern Maaße ausgeprägt, beim Fibrin zwei Formen, ebenso wie beim Eiweiß, die sich durch geringere und leichtere Löslichkeit unterscheiden. — Diese Verschiedenheit des Fibrins zeigt sich auch vorzüglich deutlich beim Zusammenbringen mit Wasserstoffsuperoxyd; das bloß mit Wasser ausgewaschene bewirkt augenblicklich die Zersetzung desselben, während das in kochendem Wasser eingetaucht gewesene diese Eigenschaft verloren hat.

An der Präexistenz des Fibrins im Blut ist gegenwärtig nicht mehr zu zweifeln; es ist in besondern aufgelösten Theilen vorhanden, mit dem Eiweißstoff gemengt; seine Auflösung möge unvollkommen, es möge gelatinös und also halb fest im Serum vorhanden sein: davon wissen wir nichts; aber das wissen wir, daß der Fibrin bildende Stoff im Blut als solcher vorhanden ist und nicht bei der Coagulirung des Bluts gebildet wird. Vom Eiweiß ist er bestimmt verschieden durch einen größeren Sauerstoffgehalt.

Nach Wurtz kann Fibrin sich in Fett verwandeln und namentlich wohl buttersaures Ammoniak liefern; Blondeau*) meint, daß auch Käsestoff sich in Fett verwandeln kann. Er fand im frischen Rocheforter Käse kaum $1/200$ Fett und in solchem, der 2 Monate lang im Keller zugebracht hatte, fast die ganze Masse in Fett verwandelt. Er sah auch Fleisch sich in Fett verwandeln. Es ist sonderbar, daß alter Käse, den wir doch alle kennen, noch Käse ist. — Blondeau scheint besondere Umstände angetroffen zu haben. Bei der Dar-

*) Compt. rend. T. 25, p. 361.

stellung von Leucin aus Käse durch Faulen sah ich nicht mehr Fett zum Vorschein kommen, wie ursprünglich da war. Und was die Verwandlung von Fibrin in Fett betrifft, so kommt stets Fett im Fibrin vor, welches bei dem Wurtz'schen Versuch wohl zur Buttersäurebildung den Anlaß gab. Daß Fett ein zusammensetzender Theil von Protein sein soll, scheint mir wenigstens ohne Grund.

Der Eiweißstoff ist im Serum aufgelöst und bildet damit eine ziemlich dickflüssige Solution, worin jedoch verhältnißmäßig wenig Albumin vorkommt. Er geht bei 61° C. in starre Form über und ist dann in Wasser unlöslich geworden. Im löslichen Zustande bekommt man ihn indeß, wenn man Blutserum bei einer 50° nicht übersteigenden Temperatur im luftleeren Raume über Schwefelsäure austrocknet. Im trockenen Zustande kann das Eiweiß selbst bis 100° erhitzt werden, ohne zu coaguliren; nach dem Erkalten ist es in Wasser wieder löslich. Die lösliche Form kann durch schwachen Alkohol niedergeschlagen werden, ohne in die unlösliche Form überzugehen; ist der Alkohol aber stark, so hat es dieselbe Veränderung erlitten, die Wärme dem wasserhaltigen Eiweiß mittheilt.

Im coagulirten Albumin ist Fett vorhanden, welches durch Aether oder Alkohol daraus entfernt werden kann.

Das lösliche Albumin kann aus dem Blut durch Salzsäure niedergeschlagen und mit salzsaurem Wasser gewaschen werden, worin es sich nicht auflöst, und wodurch es beinahe ganz von phosphorsaurem Kalk befreit wird, welcher in coagulirtem Eiweiß in ziemlich reichlicher Menge vorhanden ist. Dieser Niederschlag ist salzsaures Albumin; dasselbe ist in vielem Wasser löslich, und aus dieser Lösung wird durch kohlensaures Ammoniak das Eiweiß niedergeschlagen, welches, wenn man es dann noch mit Alkohol und Aether auszieht, rein ist.

Die Verbindung von coagulirtem Eiweiß mit phosphorsaurem Kalk hat einen verschieden großen Gehalt an diesem Salz. Man findet von 6 bis 9 Proc. darin. Es scheinen

einige Verbindungen davon in einem guten chemischen Verhältniß bestehen zu können, wovon verschiedene Mengen in demselben Blutserum vorkommen. Die Menge von phosphorsaurem Kalk im Blut kann nicht immer dieselbe sein, sondern ist von Nahrung, Lebenszeit ꝛc. abhängig; was der Eiweißstoff davon chemisch binden kann, muß also auch wechseln.

Es ist schon früher angemerkt, daß das Eiweiß sich mit einigen Säuren zu unlöslichen Verbindungen vereinigt; es sind die Mineralsäuren, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure, Salzsäure, die alle in der Heilkunde als Adstringentia bekannt sind. Die Verbindungen sind sämmtlich in einer großen Menge Wasser löslich.

Die Kohlensäure kann mit Albumin verbunden werden. Schlägt man Albumin z. B. durch Wärme nieder, vertheilt es in Wasser und leitet Kohlensäure hindurch, so wird das Albumin aufgelöst, schlägt sich aber wieder nieder, wenn man die Lösung der Luft aussetzt. Ebenso das Globulin.

Alkalien lösen coagulirtes Eiweiß auf und verhindern das Coaguliren von aufgelöstem Eiweiß. Einige Tropfen Kali, zu Blutserum hinzugefügt, sind hinheichend, zu bewirken, daß das Coaguliren erst bei viel höherer Temperatur stattfindet, oder selbst wohl dasselbe ganz zu verhindern.

Hierbei wird das Eiweiß jedoch verändert. Nimmt man Eiweiß aus Hühnereiern, vermischt es mit kohlensaurem Kali, theilt das Gemisch in zwei Portionen und kocht die eine derselben, so bleibt diese ebenso wie die nicht erhitzte klar; das kohlensaure Kali hat aber doch das Eiweiß verändert. Fügt man nämlich zu beiden Portionen Salzsäure, so entsteht in der nicht gekochten Portion sehr langsam ein Niederschlag, welcher beständig zunimmt; in der gekochten entsteht der Niederschlag sofort in großer Menge, gerade so als ob man coagulirtes Eiweiß in kohlensaurem Kali aufgelöst und dieser Lösung Salzsäure zugefügt hätte. — Aber zwischen coagulirtem und mit kohlensaurem Kali gekochtem Eiweiß ist ein Unterschied. Setzt man den

eben erwähnten, mit Salzsäure gefällten Portionen viel Wasser hinzu, so löst sich das nicht gekochte sehr schnell auf, das gekochte viel langsamer. Und wenn man zu gewöhnlichem coagulirten Eiweiß, welches in Wasser vertheilt ist, Salzsäure gießt, so wird man keine Auflösung wahrnehmen.

Es giebt also drei Formen, unter denen Eiweiß vorkommen kann: coagulirtes und nicht coagulirtes und eine Zwischenform, die erhalten wird, indem man frisches Eiweiß mit kohlensaurem Kali erwärmt und dann durch eine Säure niederschlägt.

Das Eiweiß aus Serum giebt vermuthlich dasselbe, aber ich habe es nicht darauf untersucht.

Metallsalze verbinden sich mit löslichem oder durch Alkali wieder aufgelöstem coagulirten Albumin meist zu unlöslichen Verbindungen des Oxyds mit dem Albumin. Es werden zugleich Verbindungen von Albumin mit den Säuren der Metallsalze gebildet, die jedoch durch Waschen löslich werden: z. B. durch schwefelsaures Kupferoxyd entsteht in Eiweißlösung ein Niederschlag von schwefelsaurem Albumin und von Albumin-Kupferoxyd; ebenso durch Sublimat salzsaures Albumin und Albumin-Quecksilberoxyd. — Bei dem Verabreichen (toedienen) von Metallsalzen, wie den zwei genannten, von salpetersaurem Silberoxyd, essigsaurem Bleioxyd 2c., an Thiere, hat man sich daher diese zwei Verbindungen im Blut vorzustellen. — Daß dies wirklich so ist, daß die Metallsalze durch Eiweiß zersetzt und nicht als solche mit Eiweiß verbunden werden, erklärt unter Anderem den Nutzen des Eiweißes bei Sublimat-Vergiftung.

Kreosot, Gerbsäure und andere Stoffe coaguliren Eiweiß und verbinden sich damit; organische Säuren, wie Weinsteinsäure, Citronensäure 2c. können im Gegentheil coagulirtes Eiweiß auflösen.

Einige dieser Reactionen haben auch Bezug auf Globulin und Fibrin, indem sie in auflösliche Form gebracht sind; ich

übergehe die Einzelnheiten hiervon mit Stillschweigen und verweise auf das, was früher darüber mitgetheilt ist.

Die Zusammensetzung des Eiweißes aus Blutserum, aus näheren Versuchen abgeleitet, ist folgende:*) (C = 75,12 Vergl. Eiweiß aus Eiern p. 1022.)

C — 53,4
H — 7,1
N — 15,6
O — 22,3
S — 1,3
P — 0,3

Ebenso wie bei Fibrin und andern Proteinverbindungen ist derSchwefel als $SN_2 H_4$ und der Phosphor als $P_2 N_2 H_4$ darin vorhanden. — Es kommt auch hier zuweilen ebenso viel Phosphor als phosphorsaurer Kalk mit dem Eiweiß verbunden vor **).

Nach Hoffmann†) kann Albumin aus Blut in Casein verwandelt werden. Er legte ein quadratzoll-großes Stück der Schleimhaut des Darmkanals von einem Kalb in helles Blutserum, welches in einem Cylinderglas enthalten war, bei einer Temperatur von 30° bis 45°. Nach acht Tagen hatte sich in der untern Hälfte der Masse ein Coagulum gebildet; die überstehende Flüssigkeit, die nicht mehr alkalisch, sondern sauer reagirte, wurde durch Kochen nicht mehr coagulirt, roch jedoch nach Käse und setzte beim Erwärmen eine weiße Haut an der Oberfläche ab. Das Coagulum soll aus Casein und Fibrin bestehen.

Nach Wurtz††) wird Fibrin, in etwas Wasser vertheilt, bei Sommer-Temperatur in acht Tagen in eine Flüssigkeit verwandelt, die nach stinkendem Käse riecht und beim Erwär-

*) Scheik. Onderz. Deel IV. p. 226.

**) Scheik. Archief. Deel VI. p. 97.

†) Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 46, S. 118.

††) Ann. de chim. et de phys. T. 11. p. 253.

men coagulirt. Er meint also, daß Fibrin in Albumin verwandelt wird. Dies würde dann das Umgekehrte sein von dem was Hoffmann behauptet. Diese Veränderungen sind, unter geringer Verschiedenheit der Umstände, auf alle Weise möglich, denn alle diese Körper haben denselben Grundstoff.

Es ist daher keine neue, sondern eine bekannte Sache, wovon Liebig unlängst sprach[1]). Außer Wurtz haben auch Andere schon davon Meldung gemacht[2])

Ob Casein im Blut vorkommt, wird von verschiedenen Chemikern auf verschiedene Weise angesehen.

Beim Erwärmen mit Essigsäure giebt Blutserum eine geringe Trübung. Aber mag man dies für Casein halten? Zuweilen verwandelt sich das Serum unter diesen Umständen ganz und gar in eine Gallerte. In diesen Fällen müßte sehr viel Casein im Blut vorkommen. Aber der durch Essigsäure hervorgebrachte Niederschlag ist nicht näher untersucht und das Vorkommen von Casein im gewöhnlichen Blut bleibt daher zweifelhaft.

Fette des Bluts. Die Fette des Bluts müssen eingetheilt werden in solche, die den fest werdenden Blutbestandtheilen anhängen und in solche, die im Serum aufgelöst bleiben. — Zieht man gut mit Wasser ausgewaschenes Fibrin mit Aether aus, so bekommt man eine große Menge Fett; ebenso aus den Blutkörperchen und dem durch Wärme coagulirten Eiweiß, wie Chevreul und L. Gmelin gefunden haben, welcher letztere hauptsächlich das Fett studirte, das im auflöslichen Zustand — und also verseift — in der wäßrigen Flüssigkeit des Bluts übrig bleibt.

Nach Berzelius[3]) ist das Fett, welches aus dem Fibrin von Ochsenblut ausgezogen wurde, krystallinisch, von

1) Ann. d. Chem u. Pharm Bd. 73, S. 128.

2) S. Nasse in Wagner's Handw. I. S. 150.

3) Lehrbuch Bd. 9, S. 88. 1840.

saurer Reaction, und läßt beim Verbrennen eine] Kohle zurück, die nicht sauer, sondern alkalisch reagirt. Es ist also keine Phosphorsäure in diesem Fett, aber ein Theil wenigstens scheint verseift zu sein. Durch Digestion mit Kali wird nur ein Theil aufgelöst, aber das Ungelöste ist doch verseift, denn beim Verkohlen läßt es eine alkalische Kohle zurück. Aus Alkohol kann das ungelöst gebliebene Fett, nach Entfernung des Alkali's durch Salzsäure, in Nadeln krystallisiren.

Die aufgelöste fette Säure, durch Salzsäure von dem Alkali getrennt, schmilzt bei 100° nicht, aber nach Auflösung in Aether bleibt sie als Oeltröpfchen zurück, die, mit Wasser befeuchtet, wieder fest und pulverförmig werden.

Boudet hat aus eingetrocknetem, mit Wasser gut ausgezogenem Blut durch kochenden Alkohol einen Fettstoff abgesondert, den er Serolin nennt. Er besteht aus perlmutterglänzenden, bei 36° schmelzenden Krystallblättchen, und wird durch Alkalien nicht verseift und beim Erhitzen größtentheils sublimirt, wobei zuletzt Ammoniak auftritt. — In Alkohol soll er wenig löslich sein.

Aus dem erkalteten Alkohol werden durch Verdampfen verschiedene Fette erhalten. Verdampft man zur Trockne und zieht den Rückstand mit Alkohol von 0,83 kalt aus, so bleibt ein weißes pulverförmiges phosphorhaltiges Fett zurück.

Die kalte alkoholische Lösung giebt beim Verdampfen Blättchen von Cholesterin, demselben fettartigen Körper, der in der Galle gefunden wird. Ferner scheiden sich aus dem Alkohol Margarinsäure und Oelsäure aus, zum Theil auch mit Alkali verbunden.

Nach Lecanu und Denis wird kein phosphorhaltiges Fett mit dem coagulirten Eiweiß des Bluts verbunden gefunden, aber wohl in Verbindung mit den Blutkörperchen. Ein phosphorhaltiges Fett von der Art, wie es im Gehirn vorkommt, hat Gobley im Eidotter nachgewiesen und darin Phospho-

Glycerinsäure gefunden*), bestehend aus 1 Aeq. Glycerin und 1 Aeq. Phosphorsäure, welche mit Basen Salze bildet, wie die Sulpho-Glycerinsäure. Diese Phospho-Glycerinsäure muß, da Gobley ein Alkali anwandte, um sie abzusondern, ein Zersetzungsproduct eines phosphorhaltigen Fettes sein, welches letztere angesehen werden kann als bestehend aus einer fetten Säure, Lipyloxyd und Phosphorsäure, obschon Gobley meint, daß die Phospho-Glycerinsäure in Verbindung mit Ammoniak im Eigelb vorkommt.

Im Allgemeinen werden die Fette nur in geringer Menge im Blut angetroffen, nach Versuchen von Boussingault.**) Derselbe fand im Mittel $^5/_{1000}$, sowohl beim Genuß vom Fett, wie bei dem von bloßem Amylum, oder von Eiweiß. — Seine Versuche sind mit Tauben und Kanarienvögeln angestellt. Das genossene Fett scheint also schnell außer Circulation zu treten

Auf die Fette des Bluts haben indeß die genossenen Speisen einen großen Einfluß, sowohl was ihre Menge als was ihre Natur betrifft. Im Chylus sind, wie wir p. 1039 sahen, Fette in reichlicher Menge anwesend; beim Genuß von vielem Fett muß viel Fett durch den Chylus ins Blut geführt werden. Ist das genossene Fett beim Menschen Stearin, so wird — da Stearin in den ersten Wegen wohl nicht in Margarin verwandelt wird †) — für kürzere oder längere Zeit Stearin im Blut vorkommen ꝛc. — Das Verseifen der neutralen Fette, zum Theil schon in dem alkalischen Chylus vor sich gegangen, wird in dem Blut sicher fortgesetzt werden. ††)

---

*) Journ. de pharm. et de chim. T. II., p. 5, 81, 161.

**) Ann. de chim. et de phys. 3me Sér. T. 24. p. 460.

†) Gerhardt hat unlängst wahrscheinlich gemacht, daß die Zusammensetzung von Stearinsäure und Margarinsäure dieselbe ist. Compt. rend. des traveaux chimiques, 1849.

††) Thomson hat [Ann. d. Chem. u. Pharm., Mai 1845, S. 209] Blut untersucht, welches einige Stunden nach genossener Nahrung aus einer Ader entleert war, und dies sehr weiß und milchartig gefunden. Die Nahrung war ein Pudding gewesen, aus Weizenmehl und Schweinefett bereitet; das Blut war drei Stunden nach der Mahlzeit stark weiß, wurde indeß durch Erwärmen heller, da das Fett, welches in

**Blutwasser, vom Eiweiß befreit.** Außer den genannten Stoffen bleibt nach dem Verdampfen des Blutwassers, welches durch Erhitzen und Filtriren vom Eiweiß befreit war, noch eine gelbe Substanz zurück; absoluter Alkohol zieht daraus eine extractartige Substanz aus, in geringer Menge; Alkohol von 0,83 löst darnach andere extractartige Stoffe auf, neben Salzen, und läßt, außer andern Salzen, noch mindestens zwei organische Stoffe ungelöst, von denen der eine in Wasser löslich, der andere unlöslich ist.

Berzelius glaubt, daß diese organischen Stoffe zum Theil von dem Eiweiß herrühren; den unlöslichen hält er für coagulirtes Eiweiß, welches aus der schwach alkalischen Flüssigkeit nicht ganz abgesondert werden kann. Aber auch die löslichen Stoffe hält er zum Theil wenigstens für Producte der Zersetzung von Eiweiß, die während des Abdampfens oder beim Coaguliren selbst entstanden sind. Kein anderer Chemiker hat der Kenntniß dieser extractartigen Materien so viel Zeit und Arbeit gewidmet, namentlich denen, die im Fleischauszug vorkommen; er hat für das früher sogenannte Osmazom die scharfsinnigsten Scheidungsmittel gefunden und eine Menge verschiedener Stoffe darin nachgewiesen; er meint, daß im Blut ähnliche vorkommen, und in der That muß der Fleischauszug auch die löslichen organischen Stoffe des Bluts enthalten, aber außerdem auch noch solche, die zur Nahrungsflüssigkeit gehören.

Wie schön indeß diese Arbeit auch ist, er hat die organischen Gruppen selbst nicht charakterisirt, und da es auf jeden Fall gewagt sein dürfte, von Fleischextract auf Blutextract zu schließen, so müssen wir für jetzt noch unsern Mangel an

---

großer Menge darin enthalten war, dabei schmolz. Es war so viel Fett in diesem Blut enthalten, daß das Filter, durch welches dasselbe gegangen war, nach dem Trocknen eine reichliche Menge einer ölartigen Substanz eingesogen hatte. Nach 3 Stunden — also 6 Stunden nach der Mahlzeit — wurde dieselbe Person nochmals zur Ader gelassen; das Blut war gleichfalls sehr milchartig, aber nach dem Filtriren blieb auf dem Filter kein Fettfleck zurück.

Kenntniß von sehr vielen in der That wichtigen Blutbestandtheilen eingestehen.

Oxyprotein. Eine lösliche und für die Kenntniß des Bluts sehr wichtige Substanz ist von Ludwig *) im Blut nachgewiesen. Er erhitzte frisches Blut unter Umrühren, preßte aus und fügte zu der Flüssigkeit sehr verdünnte Salzsäure bis gerade zur Sättigung. Diese Flüssigkeit erwärmte er nochmals rasch und filtrirte. Das Filtrat war dann fast farblos. Er fügte ihm dann das 5- bis 6fache Volum Alkohol hinzu, wodurch ein weißer flockiger Niederschlag entstand, der mit Alkohol, Aether und Wasser gewaschen wurde. Diese Materie hat bei 120° getrocknet, die Zusammensetzung von Oxyprotein, und Ludwig hält sie auch dafür; er hat keinen Schwefel darin gefunden, was bemerkenswerth sein dürfte.

Der Alkohol, aus welchem sich die Flocken abgesetzt haben, giebt durch Verdunsten eine neue Portion davon.

Dieses Oxyprotein ist einer der Hauptbestandtheile der extractartigen Stoffe des Bluts.

Das Resultat seiner Analysen ist folgendes:

| | | |
|---|---|---|
| C | 53,61 | 53,52 |
| H | 7,27 | 7,22 |
| N | | 14,52 |
| O | | 24,74 |

Mit diesem Stoff muß die Substanz verglichen werden, die man erhält, wenn man Fibrin nach der Proteinbereitung in schwachem Kali warm auflöst und niederschlägt. Der Niederschlag hat dann die Reaction von Schwefel auf Silberblech verloren. Seine Zusammensetzung ist **) (C = 75,12)

| | | | vermindert um $S_2$ $O_2$ |
|---|---|---|---|
| C | 53,23 | 53,23 | 53,8 |
| H | 6,79 | 6,91 | 7,0 |

---

*) Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 56, S. 95.

**) Scheik. Ond. Deel IV. p. 280.

| | | |
|---|---|---|
| N | 14,12 | 14,3 |
| O | 24,64 | 24,9 |
| $S_2\ O_2$ | 1,10 | |

Die Materie, von welcher Ludwig spricht, unterscheidet sich von dem Oxyprotein dadurch, daß letzteres unlöslich in Wasser ist, während jene davon aufgelöst wird. Ludwig erklärt dies für eine isomerische Verschiedenheit. In der That weiß man, daß Pflanzenleim — ein Körper, welcher in Zusammensetzung und den meisten Eigenschaften mit Eiweiß übereinkommt — in Alkohol löslich ist. Ich habe diese Materie nach der Methode von Ludwig dargestellt.

So wie Ludwig sie abgesondert hat, ist sie nicht rein, sondern enthält drei Stoffe: Eiweiß, Oxyprotein und Trioxyprotein.

Man nehme reines Serum, erwärme bis 70°, filtrire das Coagulum ab, füge vorsichtig bis zur vollkommnen Sättigung sehr verdünnte Salzsäure zu und erhitze einen Augenblick bis nahe zum Sieden, filtrire aufs Neue und füge Alkohol zu, so wie Ludwig es angegeben hat. Den flockigen, weißen Niederschlag sondere man auf einem Filter ab und wasche gut mit Alkohol; er ist dann in Wasser leicht löslich. Kocht man aber ihn mit Alkohol, so wird er zum beträchtlichen Theil in Wasser unlöslich.

Was von Wasser aufgelöst wird, hat alle Eigenschaften, die ich von dem Trioxyprotein angegeben habe,*) wozu auch noch die gehört, daß es durch gelbes Blutlaugensalz nicht niedergeschlagen wird.

Das Trioxyprotein wird unter Anderm in reichlicher Menge erhalten durch Kochen von Fibrin und Albumin in Wasser. (l. c. p. 563.) Nach den letzten darüber angestellten

*) Scheik. Onderz. Deel I., p. 572.

Versuchen *) ist es eine Ammoniakverbindung von $C_{36}$ $H_{50}$ $N_8$ $O_{13}$ und weicht also um $O_3$ vom Protein ab. So wie es im Blut vorkommt, ist es 2 ($C_{36}$ $H_{50}$ $N_8$ $O_{13}$) + $N_2$ $H_8$ O + 3 $H_2$ O, von derselben Zusammensetzung wie die Substanz, welche durch Kochen von Fibrin oder Albumin in Wasser erhalten wird.

In der von Ludwig beschriebenen Substanz ist also zunächst Trioxyprotein mit Ammoniak verbunden:

C — 51,1
H — 6,6
N — 14,6
O — 27,7

Was aus dem Ludwig'schen Körper sich in Wasser nicht auflöst, ist: Eiweiß und Oxyprotein:

$$C_{36}\ H_{50}\ N_3\ O_{11} + 2\ H_2\ O,$$

oder der Stoff, der aus Fibrin erhalten wird (p. 1107).

Wenn man nämlich das in Wasser Unlösliche mit Ammoniak behandelt, so wird das darin aufgelöste Oxyprotein durch Essigsäure niedergeschlagen, und von einem Uebermaße desselben wieder aufgelöst; Eiweiß wird ebenfalls gefällt, bleibt aber in nicht zu schwacher Essigsäure unlöslich. So verhielt sich nun der in Wasser unlösliche Theil des Ludwig'schen Körpers; ein Theil wurde aus der Ammoniaklösung durch Essigsäure niedergeschlagen, ein anderer Theil nicht; was nicht gefällt wurde, gab mit gelbem Blutlaugensalz einen weißen Niederschlag und hatte alle Eigenschaften des Oxyproteins **) — Daß etwas Eiweiß damit verbunden vorkommen muß, kann aus der Bereitungsart abgeleitet werden; Eiweiß ist nicht ganz und gar unlöslich in Wasser, unter dem Umstande der Bereitungsweise des Ludwig'schen Körpers.

Aus dem Mitgetheilten folgt demnach die Gegenwart

*) Ibid. Deel IV., p. 283.

**) Man sehe diese in Scheik. Onderz Deel 1, p. 168.

von Trioxyprotein und von Oxyprotein im Blut; das letztere ist wahrscheinlich auch mit Ammoniak verbunden im Blut enthalten und geht beim Kochen mit Alkohol aus dem löslichen in den unlöslichen Zustand über. Dieses Trioxyprotein und Oxyprotein sind von Fibrin, Albumin, Globulin und Casein verschieden und enthalten beide mehr Sauerstoff, wie jedes von diesen vier. Sie sind ohne Zweifel aus Fibrin entstanden, unter Zutritt des Sauerstoffs der Luft, und obschon nicht viel von ihnen im Blut vorkommt, so sind sie doch wichtige Blutbestandtheile; sie sind es ohne Zweifel, die aus dem Capillarsystem mit nach außen treten und in der Nahrungsflüssigkeit eine Hauptrolle spielen. — Diese Stoffe, unter dem Einfluß des Sauerstoffs der Luft im arteriellen Blut gebildet, der eine ein höhere Oxydationsstufe des Fibrins, der andere ein Oxydationsproduct des Fibrins, müssen in jedem Fall den Uebergang machen von den Hauptbestandtheilen des Bluts zu Formbestandtheilen, wie leim- oder chondringebende Gewebe, und sie gehören daher, obschon sie nach den Bemerkungen, welche schon vor langer Zeit darüber gemacht wurden, kaum die Aufmerksamkeit auf sich gezogen haben, doch zu den wichtigsten Blutbestandtheilen. Ein Product von bei der chemischen Behandlung des Bluts verändertem Globulin, Fibrin oder Eiweiß sind sie auf keinen Fall; diese Behandlung ist dazu nicht im Stande; von Leim weichen sie in jeder Hinsicht ab.

Daß Zucker im Blut vorkommt, ist von Magendie*) angegeben. Ich habe bereits p. 1073 in der Kürze davon gesprochen. Blut hat das Vermögen, bei 40° Kleister schnell in Dextrin und Zucker zu verwandeln. Alles Amylum und Gummi, die genossen werden und in's Blut kommen, müssen alsbald in Zucker umgesetzt werden. Der Zucker wird im Blut gefunden, indem man dasselbe in kochendem Wasser auffängt, das dabei entstandene Coagulum absondert, die Flüssig-

---

*) Compt. rend. T. 23, p. 189.

keit mit einer Säure neutralisirt, verdampft und den Rückstand mit Alkohol auszieht, welcher den Zucker auflöst und ihn nach dem Verdunsten zurückläßt.

Beim Genuß von Mehlspeisen ist es wohl bewiesen, daß sie während der Speiseverarbeitung in Dextrin und Zucker verwandelt werden, und es war als wahrscheinlich anzusehen, daß aller Mehlstoff endlich als Zucker ins Blut übergeführt werde. Aber der Beweis dafür war noch nicht geliefert. Thomson (Ann. d. Chem. u. Pharm. Mai 1845, S. 221) hat zu beweisen gesucht, daß von genossenem Amylum Zucker in das Blut übergeht. Ein Schwein, welches 12 Stunden lang gehungert, darnach Graupen (grutten) genossen hatte und 3 Stunden nach der Mahlzeit geschlachtet wurde, lieferte Blut, worin nach Thomson auf 1000 Th. 2,57 Th. Zucker enthalten waren; ein zweiter Versuch gab ungefähr die doppelte Menge. Der Versuch von Thomson liefert indeß für die Gegenwart von Zucker in Blut keinen positiven (hoegenaamd) Beweis. Er fügte nämlich dem durch die Luftpumpe von Kohlensäure befreiten Blut Hefe hinzu, fing die hierdurch entwickelte Kohlensäure in Barytwasser auf und berechnete aus dem Gewicht des kohlensauren Barytes die Menge des Zuckers. — Wer steht uns indeß dafür, daß auf diese Weise Zucker und nichts anderes als Zucker aus dem genossenen Amylum gebildet worden ist? Es sind mehrere Stoffe in dem Blut vorhanden, die vielleicht unter dem Einfluß von Hefe Kohlensäure geben können. Wir zweifeln darum jedoch nicht an der Gegenwart von Zucker in Blut.

Dextrin dürfte auch im Blut vorkommen, nach Magendie, (p. 953) und seit es sich gezeigt hat, daß auch fein vertheilte, nicht aufgelöste Körperchen in's Blut übergehen können, hat Donders *) Amylumkörner im Blut gefunden, die mit Jod die wohlbekannte Reaction zeigten. Diese Amy-

*) Nedere. Lancet 1849.

lumkörner sind daher im Blut derjenigen Thiere zu erwarten, die ungelöstes Amylum genießen. Es dürfte jedoch schnell in Dextrin umgesetzt und dieses auch schnell in Zucker verwandelt werden.

Daher denn ohne Zweifel eine Quelle von Zucker in dem Blut bei den Herbivoren, namentlich bei den Amylivoren. Aber auch bei den Carnivoren muß Zucker im Blut vorkommen, denn — wie wir bei der Milch sehen werden — es kommt in der Milch von Carnivoren Zucker vor.

In der Substanz der Leber haben Bernard und Barreswil in reichlicher Menge Zucker gefunden. *) Sie geben an, daß dieser Zucker von der gebrauchten Nahrung unabhängig ist und in der Leber von Thieren gefunden wird, die keinen Zucker oder Amylum genossen haben, aber die lange ausschließlich mit thierischem Futter genährt wurden. — Bestätigt sich diese Wahrnehmung, so wird dadurch die Zersetzung des Leimzuckers, eines Zersetzungsproductes von leimgebendem Gewebe und von Proteinverbindungen, in Harnstoff und Zucker noch näher aufgeklärt. Der Harnstoff geht durch die Nieren aus dem Körper, der Zucker dient als Nahrung. — Es ist bemerkenswerth, daß dieser Zucker gerade in der Leber gefunden wird, worin Leimzucker mit einem Zersetzungsproduct der Fette (Fellinsäure 2c.) festgelegt wird zu Cholsäure (s. p. 1042.)

Milchsäure. Diese Säure macht nach Berzelius einen Bestandtheil des Bluts aus, was später von Enderlin in Abrede gestellt ist. **) Aber wer kennt nicht die Geschichte der Milchsäure? Im Magen schon kommt sie vor, beim Genuß von Milchzucker wird sie in reichlicher Menge gebildet werden. Sie ist von Berzelius in beträchtlicher Menge

*) Compt rend., T. 27 p. 514.

**) Ann. d. Chem. u. Pharm. Mai 1843, S. 164

in der Nahrungsflüssigkeit der Muskeln gefunden, im Blut kann sie daher nicht fehlen.

Harnstoff. Im Blut wird ein allgemeines Zersetzungsproduct der Formbestandtheile des thierischen Körpers, der Harnstoff stets angetroffen *) und Millon und Wöhler haben auch unlängst denselben Körper in der Glasflüssigkeit des Auges gefunden. **)

Hiermit können wir die Liste der im Blut gefundenen organischen Körper schließen; Harnsäure und Hippursäure verdienen noch nähere Untersuchungen.

Im Blut muß indeß noch eine Menge von Stoffen vorhanden sein, die der Untersuchung bisher entschlüpft sind. Zunächst zufällige Einmengungen, und dann auch normale Bestandtheile.

Die zufälligen erscheinen fast grenzenlos in Zahl. Welche Verschiedenheit herrscht nicht in der Menge von Speisen und Getränken, was die beigemengten Nebenbestandtheile betrifft! Welch eine grenzenlose Menge von Stoffen führt die Kochkunst mit allen ihren Verschiedenheiten nicht herbei! Welch unzählbare Menge gewürzartiger, wohlriechender oder wohlschmeckender Stoffe wird nicht vom Menschen benutzt, um dem Gaumen und der Zunge zu schmeicheln!

Es ist unmöglich, diese Stoffe hier aufzuzählen; wir kennen sie auch nur bloß zum Theil. Doch sind sie für den Organismus nicht ohne Einfluß, und viele üben ohne Widerspruch einige chemische Wikung aus, von welcher es wünschenswerth wäre, daß wir Kenntniß davon erlangten. In dieser Hinsicht ist die Wissenschaft bereits endlos. Man halte es nicht für gleichgültig, ob man diese Stoffe kennt. Ein sehr wichtiger Theil der Heilkunde beruht ganz und

*) Lehmann Phys. Chem. 1850 Bd. 1, S. 170.

**) Millon, Compt. rend. T. 26, p. 121. Wöhler, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 66, S. 128.

gar darauf. Ich will bloß die nützliche Wirkung anführen, welche bei Ansteckungskrankheiten bei Erwachsenen vom Salpeter, bei Kindern vom Calomel wahrgenommen wird. Worin anders liegt diese Verschiedenheit, als in der Verschiedenheit des Organismus? Und welches ist die eigenthümliche Wirkung von Salpeter, von Calomel? Worin besteht ihr Chemismus? Welches ist die Wirkung von gerbsäurehaltigen Stoffen als sogenannte stärkende Mittel? Wie stillt Schwefelsäure Blutflüsse, wie wirkt Phosphorsäure der Erschlaffung gewisser Gewebe entgegen und vermehrt ihren Tonus?

Wenn doch auf diese Fragen Antwort gegeben werden könnte, die nicht ganz und gar unbefriedigt ließe: ganz im Dunkeln befinden wir uns hinsichtlich des Chemismus der so wirksamen Pflanzenalkaloide und der unabsehbaren Reihe anderer arzneilich wirksamer Stoffe, so wie mancherlei Körper, die auf den Organismus einen Einfluß ausüben und in allerlei organischen Substanzen gefunden werden, die man als Nahrungs- oder Heilmittel benutzt. Selbst bei den unorganischen Stoffen wissen wir fast nichts darüber, welche Veränderungen sie in dem Organismus hervorbringen, ungeachtet alle, welche nicht als normale Bestandtheile des Organismus bekannt sind, in größerem oder geringerem Maaße stark sprechende Lebenserscheinungen zu Wege bringen. Man weiß sie inzwischen zu finden und bei den Meisten selbst die kleinsten Mengen nachzuweisen.

Nicht so glücklich ist man in Bezug auf viele normale Blutbestandtheile, die man zwar vermuthen, sogar mit großer Wahrscheinlichkeit als anwesend betrachten kann, aber deren Gegenwart im Blut noch auf keine Weise hat nachgewiesen werden können. Außer Fibrin, Albumin, Globulin, Hämatin — Casein vielleicht — außer den zwei Oxyproteinen, Milchsäure, Cholesterin, Harnstoff, Zucker, Dextrin — auch Amylum sofern es im ungelösten Zustande genossen ist — verseiften und unverseiften Fetten und unbestimmten extractartigen Stoffen — kennt man

fast keine andere organische Stoffe im Blut und beschränkt sich unsere Kenntniß auf Phosphate, Sulphate, Carbonate, Chlorüre und Kieselsäure, auf unorganische Bestandtheile. In krankhaften Zuständen findet man mehr darin; z. B. bei Icterus, bei gehinderter Gallenauslassung, Gallenbestandtheile. Und doch muß man Creatin, Creatinin, Inosinsäure, Leimzucker, †) Leuzin, Hippursäure darin finden.

Die organischen Säuren, welche genossen werden, wie Essigsäure, Weinsäure, Citronensäure, haben im Blut nur ein sehr vergängliches Bestehen. Nach den Versuchen von Wöhler (s. Urin) scheinen sie sehr schnell zersetzt zu werden. Beim Genuß großer Mengen dieser Säuren, seien sie im freien Zustande oder an Basen gebunden, findet man sie indeß im freien Zustande im Urin; deshalb sind sie auch im Blut anwesend. — Aber ich weiß nicht daß jemand sie darin gesucht hat.

Der Extractivstoff (Seifenstoff Scheele's), welcher in allen Pflanzen vorhanden ist, muß nach dem Genuß von Pflanzennahrung im Blut vorkommen, und ebenso die Harze und ätherischen Oele, die im Pflanzenreich angetroffen werden. Nach dem Genuß von Kaffee oder Thee geht Thein in das Blut über, welchem Lehmann ††) mit Recht Ernährungsvermögen abgesprochen hat.

---

†) Wenn man nach der darauf S. 1107 angegebenen Weise Blut bis 70⁰ erwärmt, dann das Serum filtrirt, mit einigen Tropfen Salzsäure vollkommen sättigt, erwärmt und auf's Neue durch Papier filtrirt, dann Alkohol hinzufügt und den Niederschlag von Oxyprotein absondert; ferner die durchgelaufene Flüssigkeit mit Kupferoxyd digerirt, so bekommt man keine blaue Flüssigkeit, wie man sie bei Gegenwart von Leimzucker bekommen sollte. Wenigstens habe ich diesen Versuch mehrmals angestellt, ohne an der Flüssigkeit eine Farben-Veränderung wahrzunehmen. Ist daher ungebundener Leimzucker — er kann sehr wohl gebunden sein — im Blut vorhanden, so ist seine Menge doch äußerst gering. — Die Anwesenheit von Leimzucker als zusammensetzende Gruppe der Galle, von Leimzucker, welcher durch Alkalien und Säuren aus Protein-Verbindungen erhalten wird, scheint man jedoch im Blut erwarten zu müssen.

Verdeil u. Dollfuß haben neuerdings ihrer Angabe nach Hippursäure im Blut von Kühen gefunden. Compt rend 1849, Nr 26.

††) Lehrb. der physiol. Chem., 1850, Bd. 1.

Endlich ist es unzweifelhaft, daß Glycerin im Blut vorkommen muß, aber auch dieses ist noch nicht nachgewiesen; daß nach Genuß von Leim dieser im Blut angetroffen werden muß ꝛc.

Ueber die Gase, welche im Blut aufgelöst sind, sprechen wir beim Athmen.

Salze des Bluts. Das Serum des Bluts reagirt stets alkalisch, sowie Rouelle es schon 1776 angegeben hat; diese Reaction rührt von Alkalien her, die nimmer aufhören, ihre alkalische Reaction zu zeigen, selbst wenn sie ganz und gar zu Bicarbonaten gesättigt sind; die Bicarbonate von Kali und Natron reagiren immer schwach alkalisch, auch wenn man durch ihre Auflösung einen Strom von Kohlensäuregas geleitet hat.

Nach Andral*) ist das Blutserum unter allen Flüssigkeiten des thierischen Körpers die am meisten alkalische. Diese Reaction zeigt bei verschiedenen Krankheitsformen oder verschiedener Dauer der Krankheit keine Verschiedenheit. Man behauptet, daß bei Verminderung des Fibringehalts die alkalische Reaction stärker wird; er glaubt, daß dies noch unbewiesen ist.

Man meint ferner, daß bei Diabetes mellitus die alkalische Reaction minder stark sei; er hält aber auch dies für nicht bewiesen. Er bezweifelt dann auch den Fall, den Scherer anführt, daß das Blut einer Frau, die an metro-peritonicis litt, neutral gefunden wurde. Viel weniger hat er jemals bei lebenden Wesen sauer reagirendes Blut gesehen**).

Die alkalische Reaction des Bluts verdient eine nähere Erklärung. Beim Ausathmen wird Kohlensäure aus dem Blut ausgetrieben. Wie kommt es, daß kein zweifach-kohlensaures Alkali entsteht, so daß das Blut aufhört, alkalisch zu sein; wie

---

*) Ann. de chim. et de phys. 3 Ser. T. 24. p. 116.

**) Die Flüssigkeiten, welche aus dem Blute entstehen, sind entweder alkalisch oder sauer; man muß hier wohl unterscheiden, ob nicht mehr als eine einzige vorkommt, sowie bei der Hautausdünstung; der Schweiß ist sauer, aber die materies sebacea ist alkalisch. Gemengt können sie neutral werden sowie in der Nase und der Achselhöhle bei einigen Menschen.

kommt es, daß es nicht neutral, ja selbst sauer wird von der Kohlensäure, welche stets im Ueberfluß damit in Berührung ist? Die Antwort hierauf ist: selbst durch Kohlensäure im Ueberfluß kann kohlensaures Kali oder Natron keine saure Reaction bekommen.

Tiedemann und Gmelin hatten bereits vor langer Zeit angegeben, daß das Blut mehr Kohlensäure von sich giebt, wenn es, mit Essigsäure gemischt, in den luftleeren Raum gebracht wird, als wenn dies ohne Essigsäure geschieht. Sie schlossen daraus, daß das Blut sowohl kohlensaure Salze als freie Kohlensäure enthalte; bei venösem Blut fanden sie unter diesen Umständen größere Verschiedenheiten, wie bei arteriellem. Es blieb jedoch noch ein Zweifel übrig, ob aus diesem Versuche auf die Anwesenheit von kohlensauren Salzen geschlossen werden könne, weil das Blut in jedem Fall Kohlensäure als Gas aufgelöst enthält und die Löslichkeit dieses Gases bei Gegenwart von Essigsäure im Blut wohl geringer sein könnte, als wenn diese Säure nicht vorhanden ist. — Ein anderer von ihnen angestellter Versuch führte auf folgende Weise zu einem verschiedenen Gehalt an Kohlensäure für venöses und arterielles Blut. Sie vermischten venöses und arterielles Blut, jedes für sich, in einer Retorte mit Essigsäure, erwärmten im Wasserbade und fingen die entweichende Kohlensäure in Barytwasser auf. 100 Th. venöses Blut lieferten so 0,123 Th. Kohlensäure und 100 Th. arterielles Blut 0,083 Th. Aber auch hier konnte ein Theil von der freien Kohlensäure herstammen und war also für die Kohlensäure der Carbonate nichts bewiesen.

Darauf führte v. Enschut auf eine bessere Weise einen Versuch aus*). Er schüttelte Blut mit Wasserstoffgas in einer Flasche und fügte vorher Essigsäure hinzu. Nachdem die Flasche unter Quecksilber geöffnet war, trat Gas aus derselben mit

*) In Dissert. de respirationis chemismo Tr. ad Rh., 1836, pag. 153.

Gewalt heraus; das Volumen des Wasserstoffs hatte sich also vergrößert; es war Kohlensäure im venösen Blut, ungefähr das Doppelte von dem im arteriellen. Fügte er keine Essigsäure hinzu, so bekam er kaum 1/14 der Kohlensäure, die Essigsäure entwickelte.

Diese Versuche werden in dem Sinn erklärt, daß kohlensaures Kali und kohlensaures Natron im Blut anwesend sind. Für eine kurze Zeit mußte die Wahrheit, daß kohlensaure Salze, welche es auch seien, im Blut vorhanden sind, der Wissenschaft genommen werden, um ihr alsbald zurückgegeben zu werden, nämlich:

Nach Enderlin*) sind keine kohlensaure Alkalien im Blut, sondern die Salze des Bluts sind Kochsalz und vor allen phosphorsaures Natron:

$$(P_2O_5, 3\,NaO \text{ und } P_2O_5, 2\,NaO, H_2O)$$

Durch eins von diesen beiden Salzen, vorzüglich durch das erstere, soll das Albumin im Blut aufgelöst erhalten werden; auch phosphorsaurer Kalk und phosphorsaures Eisenoxyd sollen dadurch leicht aufgelöst werden, so daß keine Säuren bei der Speiseverarbeitung hinzugezogen zu werden brauchen, um die Auflöslichkeit dieser Phosphate zu erklären.

Nach Enderlin sind es vor allen diese vier Salze, phosphorsaures Natron, phosphorsaurer Kalk, phosphorsaures Eisen und Chlornatrium, welche unter den Blutsalzen Wichtigkeit haben; schwefelsaures Kali, Chlorkalium und andere sind nach ihm nicht wesentlich. Das Chlorkalium kann nach ihm das Chlornatrium in der Nahrung vertreten, ebenso die phosphorsaure Talkerde den phosphorsauren Kalk und das schwefelsaure Kali das schwefelsaure Natron. Es sind keine milchsaure, keine fettsaure, keine Ammoniaksalze im Blut, eben so wie man keine kohlensaure Salze darin findet; findet man sie, so ist Krankheit vorhanden und es ist dies nach ihm ein Fall von

---

*) Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 49, S. 317 u. Bd. 50, S. 53.

größtem Belang. Er findet ferner schwefelsauren Kalk im Blut. — In 100 Th. Asche von Menschenblut findet Enderlin:

| | | |
|---|---|---|
| In Wasser löslich: | Dreibasisch phosphors. Natron | 22,100 |
| | Chlornatrium . . . . . | 54,796 |
| | Chlorkalium . . . . . | 4,416 |
| | Schwefels. Natron . . . . | 2,461 |
| In Wasser unlöslich: | Phosphors. Kalk . . . . . | 3,636 |
| | " Talkerde . . . . | 0,769 |
| | Eisenoxyd, gemengt mit etwas phosphors. Eisen . . . . | 10,770 |

In Ochsenblut fand er in 100 Th. der Asche:

| | | I. | II. |
|---|---|---|---|
| In Wasser löslich: | Dreibasisch phosphors. Natron | 16,769 | 18,165 |
| | Chlornatrium . . . . . | 59,340 | 64,730 †) |
| | Chlorkalium . . . . . . | 6,120 | |
| | Schwefels. Natron . . . . | 3,855 | 4,150 |
| In Wasser unlöslich: | Phosphors. Kalk- u. Talkerde | 4,190 | 11,130 (für beide) |
| | Eisenoxyd und phosphorsaur. Eisen . . . . . . | 8,277 | |
| | Schwefels. Kalk . . . . | 1,499 | 1,825 |

Wenn man diese Resultate Enderlins übersieht, kann man sich eine Idee von dem großen Vorurtheil machen, womit man solche Resultate suchen und finden konnte. Enderlin mußte auch auf diese Resultate zurückkommen, und berichtet später ††), daß alles das, was er früher hat schreiben müssen, unwahr sei. Diese Berichtigung war eigentlich überflüssig, denn das, was Enderlin mitgetheilt hatte, glaubte Niemand, der einige Kenntniß von dem Blut hatte; es hat inzwischen doch die Widerlegung von Golding und Bird, von Erdmann und von Rose zur Folge gehabt, und es ging hier, wie es oft der Fall ist, daß unsere Kenntnisse aus-

†) Hierbei ist auch in II Chlorkalium begriffen. I. und II. sind von verschiedenen Kühen.

††) Ann. der Chem. u. Pharm. Bd. 67. S. 304.

gebreiteter werden, wenn Andere eine Unwahrheit aus der Wissenschaft zu entfernen suchen †). In der That, wenn man bedenkt, zuerst, daß Schwefel in allen Proteinverbindungen des Bluts vorkommt, daß Phosphor angetroffen wird, daß harnsaure oder hippursaure Salze und andere organische Körper mit Alkalien vereint, z. B. Seifen, darin angetroffen werden, daß kohlensaure Salze im Urin vorkommen, dann kann Niemand daran zweifeln, daß die Zusammensetzung der Salze des Bluts eine ganz andere sein muß, als Enderlin angegeben hat. Durch die Verbrennung muß hier — gerade wie bei den Proteinverbindungen der Pflanzen — eine große Veränderung durch das Verbrennen zu Asche hervorgebracht werden, gerade wegen des Schwefels und des Phosphors, so daß unsere Kenntniß hierin vorher wie jetzt beschränkt ist und fürs Erste beschränkt bleiben wird.

Der Phosphor und Schwefel werden, wenn die Blutmasse auf verschiedene Weise verbrannt wird, verschiedene Verbindungen hinterlassen.

Es existirt ein Oxysulfuret des Kalks, welches im Wasser unauflöslich ist. Dieser Körper muß aus dem Schwefel und dem kohlensauren Kalke in der kohligen Masse des bei niedriger Temperatur verbrannten Blutes entstehen. Von dem Phosphor kennen wir solche Verbindungen noch nicht, aber Rose hat unlängst gleichwohl auf andere unlösbare Salze

†) Ueber die Anwesenheit der kohlensauren Alkalien im Blute, hat Marchand mitgetheilt [1]), daß, als er Blut erwärmte und die ausgetriebene Luft in Barytwasser leitete, kein kohlensaurer Baryt gefällt wurde, welches der Erfahrung von Tiedemann und Gmelin (pag. 1168) widerspricht — jedoch wohl, wenn er darauf Schwefelsäure zum Blut goß.

Liebig, der Blut durch Kochen coagulirte, dann mit der doppelten Menge Wasser mischte, durch Filtriren das Coagulum absonderte und durch Säure Kohlensäure zu entwickeln suchte [2]), konnte auf diese Weise keine Kohlensäure finden.

Nach Lehmann [3]) enthält Kalbsblut im Mittel 0,06759 % gebundene Kohlensäure, außerdem freie, welche als Gas daraus entwickelt werden kann.

[1]) Journ. für pr. Chemie. Bd. 37 S. 321.

[2]) Ann. der Ch. und Ph. Bd. 57. S. 126.

[3]) Journ. für pr. Chemie. Bd. 40. S. 133.

hingewiesen, die aus den phosphorsauren Alkalien, dem phosphorsauren Kalke u. s. w. gebildet werden.

Es genügt, daß am Ende von dem Phosphor und Schwefel Phosphorsäure und Schwefelsäure entstehen werden, und daß durch diese beiden Säuren, die neu gebildet sind und ursprünglich in dem Blute nicht vorhanden waren, eine ansehnliche Menge der kohlensauren Salze — sei es von Anfang bestehende, oder durch die Verbrennung von organischen Kali- oder Natronsalzen gebildete — während der Verbrennung von Kohlensäure befreit und in phosphorsaure und schwefelsaure Salze verwandelt werden müssen. Alle Schwefelsäure und Phosphorsäure, welche man in der Blutasche findet, rührt folglich nicht von den schwefelsauren und phosphorsauren Salzen des Bluts her, sondern ein großer Theil entsteht aus dem Schwefel und Phosphor der Proteinverbindungen. Daß die Phosphorsäure bei der Verbrennung Pyrophosphorsäure bilden muß, braucht nicht gesagt zu werden.

Ist die Menge der gebildeten Phosphorsäure und Schwefelsäure groß, dann kann, dann muß Chlor aus den Chlorüren ausgetrieben werden, und die Zusammensetzung der Asche ist dann nicht mehr ein Ausdruck für die Menge Chlor, die ursprünglich in dem Blute vorkam. Die Phosphorsäure soll sogar, wenn sie die Oberhand hat, Schwefelsäure austreiben, und die Asche wird folglich weder die Menge des Schwefels, noch die Menge der Schwefelsäure anzeigen, die ursprünglich in dem Blute vorhanden sind. Am deutlichsten ist dieses in den letzten Analysen von Enderlin, wodurch er seine früheren zurücknimmt. *) Im Hühnerblut findet er **0,0** und **1,51%** Schwefelsäure in der Asche. — **0,0** Schwefelsäure sollen nun beweisen, daß sowohl keine schwefelsauren Salze vorhanden gewesen waren, als auch daß durchaus kein Schwe-

*) Ann. Bd. 67.

fel oxydirt worden ist. Aber in dem Blut eines andern Huhns findet er 1,51 % Schwefelsäure. Woher dieser Unterschied?

In der ersten Asche fand er 17,36, in der andern 11,74 % Phosphorsäure — nach Abzug derjenigen, welche zur Bildung der phosphorsauren Salze des Eisenoxyds, Kalks und der Magnesia nöthig waren. — Diese Phosphorsäure hatte folglich alle Schwefelsäure ausgetrieben.

Ein zweites Beispiel mag dieses bestätigen. Enderlin fand in der Asche des Bluts einer Gans — wiederum nach Abzug des phosphorsauren Eisenoxyds —

| | | |
|---|---|---|
| Schwefelsäure — | 1,10 | 0,32 |
| Phosphorsäure — | 22,66 | 30,94 |

Bei einer größeren Menge Phosphorsäure ist wiederum weniger Schwefelsäure im Blute derselben Thierart.

Dieses mag genügen, um zu zeigen, daß auch diese letztern Resultate Enderlin's für die Wissenschaft keinen Werth haben. Ich würde mich nicht so lange hiebei aufgehalten haben, wenn diese Fehler nicht so allgemein begangen würden, und es deshalb nöthig ist, davor zu warnen. Wir kennen die anorganischen Bestandtheile des Blutes nicht. Es mag nicht überflüssig sein, Folgendes hier anzufügen.

Ich nehme als Beispiel die Blutanalyse eines Jagdhundes von Denis (Recherches sur le sang p. 253), worin 2,5 und 2,4 Fibrin und 57,0 und 58,6 Albumin in 1000 Theilen arteriellen und venösen Bluts gefunden sind und lasse die Blutkörperchen hier außer Rechnung, weil, wie wahrscheinlich es auch ist, daß sie ebenfalls Phosphor enthalten, es von ihnen noch nicht bewiesen ist. In dem getrockneten Fibrin und Albumin kommen nun 0,35 % Phosphor vor. Nehmen wir nun 70 Theile Fibrin und Albumin in 1000 Theilen Blut an, so haben wir in den 1000 Theilen Blut 0,245 Phosphor; das ist 1,28 Theile dreibasisches phosphorsaures Natron. Nehmen wir jetzt Lecanu's Bestimmung (Berzelius Lehrbuch Bd. 9, S. 99) von den in Wasser auflösbaren

Salzen des Blutes, wonach in 1000 Theilen 8 Theile sind, und stellen wir daneben, daß in 84 Theilen der auflöslichen Salze der Blutasche von Enderlin 22 Theile dreibasisch phosphorsaures Natron gefunden sind, so müssen in den 8 Theilen der löslichen Salze 2 Theile dreibasisches phosphorsaures Natron vorkommen. Also nach der Phosphorbestimmung des Fibrins und Albumins müssen 1,28 Theile dreibasisch phosphorsaures Natron in 1000 Theilen Blut sein, während Enderlin in dem Ganzen nur 2 Theile gefunden hat. Folglich kann beinahe die Hälfte dieser Phosphorsäure von dem Phosphor abstammen.

Daraus folgt also, daß Enderlin's Bestimmung unmöglich gut gewesen sein kann, weil im Fibrin und Albumin ein Uebermaß von Phosphor ist, welcher bei der Verbrennung des Blutes das kohlensaure Natron oder Kali und die im Blut vorhandenen organischen Salze, in phosphorsaures Natron umwandelt.

Dieselben Schlüsse finden auch Anwendung auf die Aschenanalysen von Pflanzen Die Pflanzen enthalten ebenfalls Proteinverbindungen, in welchen zuweilen Phosphor vorkommt. Bei der Verbrennung der Pflanzen bildet dieser Phosphor phosphorsaure Salze, welche deshalb nicht alle als solche in den Pflanzen vorhanden waren.

Alle Gründe sind daher noch vorhanden, organische Salze im Blute für möglich zu halten und als sicher anzunehmen, daß entweder freie Alkalien oder kohlensaure Alkalien oder alkalische Salze mit organischen Säuren in dem Blute sein müssen, da die Blutasche alkalisch reagirt; es ist auch eine große Menge Phosphor darin, der, keine Basis findend, womit er sich verbinden könnte, eine saure Asche hinterlassen muß, welche Phosphorsäure enthält.

Die andern Gründe für die Anwesenheit von Alkalien und organische Säuren enthaltenden Salzen in dem Blute sind zunächst, daß in vielen Speisen aus dem Pflanzenreich orga-

nische Salze vorkommen, Salze, die als kohlensaure Salze fast alle im Urin gefunden werden (siehe Urin) z. B. äpfelsaures, citronensaures Kali. Ehe nun diese Salze als kohlensaure Salze in den Urin gekommen sind, sind sie als kohlensaure Salze, oder als Kohlensäure und Alkalien in dem arteriellen Blut, und ehe sie als kohlensaure Salze in dem arteriellen Blut gewesen sein können, waren sie als Salze mit organischen Säuren in dem venösen Blut enthalten. Dazu fügen sich noch die kohlensauren Salze des gewöhnlichen Wassers u. s. w., welches zum Trinken benutzt wird, wodurch eine Quelle von kohlensauren Salzen für das Blut zu Stande kommt, die bedeutend ist.

Endlich wird in der Galle eine so große Menge von Alkalien gefunden, die nicht mit Phosphorsäure verbunden ist, daß, bei Anwesenheit von dreibasischem phosphorsauren Natron in dem Blut, das Alkali dazu nicht geliefert werden könnte. Das Alkali kann allein von kohlensauren oder von organischen Alkaliverbindungen genommen sein, und diese entweder von den kohlensauren Salzen der Speisen oder Getränke oder von den Salzen der Alkalien mit organischen Säuren, die in der Nahrung vorkommen.

Nachdem diese Gründe angeführt sind, halten wir uns für berechtigt, organische Salze der Alkalien in dem Blute für möglich zu halten.

Durch die Resultate von Enderlin war das, was man von den kohlensauren Salzen des Blutes zu wissen meinte, von Vielen wieder bezweifelt, und die Sache wurde von Neuem untersucht. Die folgenden Untersuchungen haben die Wahrheit wieder in ihr rechtes Licht gestellt. Ich beschränke mich hier vorzüglich auf die Resultate der Analysen von Blutasche, weil das Vorhandensein der kohlensauren Salze als solche im Blute erst bei der Hauptabhandlung über das Athmen gründlich behandelt werden kann.

So schwierig es ist, wie aus dem oben Mitgetheilten her-

vorgeht, zu der Kenntniß der kohlensauren Salze als solche im Blute zu gelangen, so große Schwierigkeiten macht es, in der Blutasche Kohlensäure zu finden. Bei der Verbrennung des Bluts fand Enderlin in der Blutasche

$$O_5\ P_2,\ 3\ Na\ O$$

und schloß daraus, daß keine kohlensauren Salze im Blut vorkommen können.

Zur Befestigung der Meinung gleichwohl, daß das phosphorsaure Natron des Bluts oder der Blutasche Kohlensäure aus den kohlensauren Alkalien austreiben kann, daß deshalb die Abwesenheit der Kohlensäure in der Blutasche kein Beweis gegen die Anwesenheit der kohlensauren Alkalien oder auch wohl der organischen Alkalisalze im Blute ist, hat Golding Bird [1]) 9 Theile phosphorsaures Natron und 4 Theile essigsaures Natron, beide wasserfrei, 1/4 Stunde geglüht und bekam ein Salz, das — wie zu erwarten war — mit Säure nicht aufbrauste. Dadurch wurde schon das Resultat von Enderlin vollkommen widerlegt. Moleschott hat diesen Punkt näher beleuchtet. [2]) Er hat aus Blutasche sehr deutlich Kohlensäure sich entwickeln sehen, und ich selbst habe es oftmals beobachtet, so daß ich selbst nicht den geringsten Zweifel darüber hege. Man nehme aber nicht zu viel Wasser, womit die gut und frisch gebrannte Asche befeuchtet wird, um alle eingemengte Luft auszutreiben, und gieße dann Salzsäure darauf. Wenn Enderlin unter diesen Umständen kein Aufbrausen sieht, dann sieht er Nichts. Das Thatsächliche, worauf die Anwesenheit von $O_5\ P_2,\ 3\ Na\ O$ in der Blutasche beruhen und keine kohlensaure Salze darin angetroffen werden sollen, ist also durch den einfachsten Versuch zu widerlegen. Aber weit entfernt, alle die kohlensauren Salze, welche ursprünglich im Blute gewesen, oder durch Verbrennung der organischen Säuren, mit

---

[1]) Holländische Beiträge, 1846, S. 167.

[2]) Phil. Mag. Bd. 26, S. 532.

Basen verbunden, entstanden sind, in der Asche erkennen zu können, ist in derselben durch die Bildung von Phosphorsäure und Schwefelsäure während der Verbrennung viele Kohlensäure ausgetrieben, und die Blutasche repräsentirt durchaus nicht die Blutbestandtheile, welche wir gewohnt sind, anorganische zu nennen. Endlich ist durch die Versuche von Moleschott bewiesen worden, daß keineswegs, wie Enderlin behauptet hat, $P_2 O_5$, 2 Na O, $H_2$ O Kohlensäure chemisch aufnimmt, sondern nur in der Lösung absorbirt, so wie Wasser es thut. Eine wäßrige Lösung dieses phosphorsauren Salzes, mit Kohlensäure gesättigt, verliert diese Kohlensäure wieder vollständig unter der Luftpumpe, ohne eine Spur zurückzuhalten. Was Enderlin von der Verrichtung des phosphorsauren Salzes, dessen Zusammensetzung P $O_5$, 3 Na O ist, gesagt hat, Kohlensäure in dem venösen Blut aufzunehmen, kann also als abgemacht angesehen werden, da solch ein 3 Aeq. Natron enthaltendes Salz im Blute nicht vorkommt, sondern bei der Verbrennung erst gebildet wird. Aber nimmt man auch an, daß es im Blut gefunden wird, dann muß die Kohlensäure $P_2 O_5$, c Na O, $H_2$ O und C $O_2$, Na O daraus bilden, denn es kommt sowohl im arteriellen Blut, als auch im venösen Blut, Kohlensäure vor, die nicht mit Kali oder Natron zu C $O_2$, K O oder C $O_2$, Na O verbunden ist.

Kieselsäure ist im Blut von Millon, Enderlin, Gorup-Besanez und anderen gefunden worden. Vor Allen hat Gorup-Besanez die Kieselsäure aufgefunden. [1]) Van Laer hat die Kieselsäure bereits in den Haaren entdeckt [2]), so daß sie also im Menschenblut vorkommen muß. Aus den Vogelfedern hat Gorup sie in einer Reihe von Untersuchungen erhalten und zwar in 100 Theilen Asche von 9 bis zu 65 Thei-

---

[1]) Ann. der Chem. u. Pharm. Bd. 65, S. 321

[2]] Scheik. Onderz. Deel I. p. 196.

len als Aeußerstes bei verschiedenen Vögeln. Bei Wasservögeln fand er weniger, bei körnerfressenden fand er mehr, bei ältern Vögeln mehr, als bei jüngern. Gorup giebt noch die Menge Kieselsäure an, welche in Haaren von verschiedenen Thieren gefunden, als Kaninchen, Kühen, Pferden u. s. w, auch vom Menschen. In 100 Theilen Asche fand er als Aeußerstes bei verschiedenen Thieren von 8,1 bis 14,6.

Zwischen Millon und Melsens ist ein Streit über die Anwesenheit von Metallen — Eisen und Mangan ausgenommen — in dem Blut des Menschen gewesen.[1]) Millon behauptet, daß immer Kupfer und Blei im Blut vorkommen und wahrscheinlich in den Blutkörpern; Melsens leugnet dieses bestimmt. Gorup-Besanez[2]) giebt an, Kupfer in der Menschengalle gefunden zu haben. Da die Möglichkeit vorhanden ist, daß im Menschenblut dann und wann Kupfer oder andere Metalle vorkommen, durch den vielfältigen Gebrauch von kupfernen Gefäßen zur Speisebereitung, so hat die Behauptung von Millon viel für sich; er hat auch durch spätere Versuche auf's Neue Kupfer und Blei im Blute aufgefunden, durch einfache Verbrennung des Bluts in einer Platinschale und Auslaugen der Asche mit Salzsäure mittelst $H_2S$[3]), und Deschamps hat dieses noch genauer bestätigt.[4])

Als Beispiel der Zusammensetzung der Blutasche, wie sehr darauf die Bemerkungen passen, die pag. 1120 mitgetheilt sind, will ich die anführen, welche Rose vom Ochsenblut angegeben hat[5]).

---

[1]) Millon in Compt rendus Tom 26, p. 41; Melsens in Ann. de Ch. et de Phys. Tom 23, p. 358. 3e Série.

[2]) Repertorium für die Pharmacie Bd. 42, S. 145.

[3]) Ann. de Ch. et de Ph. 3e. Série. Tom 23 p. 372, 508. Tom 24 p. 255.

[4]) Journ. de Pharm. et de Chimie. 3e Série. Tom 13, p. 88 und Tom 14. p. 410.

[5]) Journ. für pr. Chemie 1849 No. 17 S. 50.

| | | | Sauerstoff. | |
|---|---|---|---|---|
| Kochsalz . . . . . | 36,16 | | | |
| Natron . . . . . | 27,08 | — | 6,92 | 10,58 |
| Kali . . . . . . | 10,66 | — | 1,80 | |
| Kalk . . . . . . | 1,77 | — | 0,49 | |
| Magnesia . . . . . | 0,73 | — | 0,28 | |
| Eisenoxyd . . . . . | 6,84 | — | 1,09 | |
| Phosphorsäure . . . . | 7,21 | — | 4,03 | 10,62. |
| Schwefelsäure. . . . | 0,42 | — | 0,25 | |
| Kohlensäure . . . . | 7,94 | — | 5,73 | |
| Kieselsäure . . . . | 1,19 | — | 0,61 | |

Obgleich wir Alles, was durch oder unter dem Einfluß von Rose der Chemie geliefert wird, sehr hoch schätzen, können wir gleichwohl nicht verkennen, daß diese Uebereinstimmung der Menge des Sauerstoffs in den Basen und Säuren nichts Anderes beweist, als daß — nach Verbrennung des Bluts — so viel von den Säuren überbleibt, als in Basen vorhanden ist; es ist also ein Bild der Verbrennungs-Ueberbleibsel, nicht der Blutbestandtheile. Die Kohlensäure ist hier ohne Zweifel größtentheils von den Albuminaten u. s. w. entstanden.

Nahrungsflüssigkeit. Wir haben in der Einleitung zu der analytischen Kenntniß des Blutes p. 1053 gesehen, daß die Nahrungsflüssigkeit bei den höheren Thierklassen aus dem Blute entsteht und daß bei den allerniedrigsten Thierformen Blut und Nahrungsflüssigkeit mehr und mehr und endlich ganz zusammenfallen. Es wird nöthig sein, noch besonders bei der Nahrungsflüssigkeit der höheren Thiere still zu stehen, ebenso bei der Flüssigkeit, welche aus dem Capillarsystem durch Endosmose ausgetreten in die verschiedenen Gewebe eingedrungen ist und dort zur Unterhaltung der Gewebe Gelegenheit bietet. Aber leider ist unsre Kenntniß davon höchst unvollkommen und wird wohl, wenn wir von der Kenntniß sprechen, die auf chemischen Analysen beruht, unvollkommen bleiben.

Der Grund hiervon ist folgender: Alle Gewebe von eini-

ger Ausbreitung sind mit Capillargefäßen durchwebt; wie sollen wir die Flüssigkeit, die außerhalb der Capillargefäße ist, in einer zur Untersuchung hinlänglichen Menge sammeln, ohne den Inhalt der Capillargefäße, das Blut, dazwischen einzumengen? Wir sehen die Unmöglichkeit davon ein. Ueberdieß ist die Nahrungsflüssigkeit für jedes größere Gewebe — Muskelgewebe, Sehnengewebe, Bandgewebe u. s. w. — sehr wahrscheinlich verschieden, denn die in das Capillarsystem der Blut- und Lymphgefäße eintretenden Ausleerungsproducte der Gewebe sind verschieden und die austretende Flüssigkeit aus den Capillargefäßen wird folglich wohl nicht in jedem von diesen größeren Gefäßen dieselbe sein.

Wir müssen bekennen, daß die Wissenschaft hierüber fast Nichts besitzt. Von dem Muskelgewebe hat Berzelius*) inzwischen eine meisterhafte Untersuchung gegeben, wie sehr auch die Nahrungsflüssigkeit mit Blut gemengt war. Daraus ist hervorgegangen, daß entweder Milchsäure im freien Zustande oder ein milchsaures Salz reichlich darin vorhanden sein muß, so daß es sauer reagirt. Die Milchsäure hat Berzelius dann außer allen Zweifel gestellt, wie aus der angezogenen Stelle S. 573 genauer folgt. Ferner fand er Albumin, welches schon bei 50°, und also viel eher als Blutalbumin coagulirte, was indessen an der sauren Reaction liegen kann, und sah bei einem Versuche an der Oberfläche der verdampfenden Flüssigkeit eine Haut erscheinen von einem schneeweißen, geschmacklosen Stoffe, die er nicht genauer mit Sicherheit bezeichnete; stets fand er phosphorsauren Kalk und phosphorsaures Natron in bedeutender Menge, Chlorkalium und Chlornatrium. Ueber die Anwesenheit von schwefelsauren Salzen ist Berzelius in Zweifel. Endlich fand er viele extractartige Körper, die er nicht näher bezeichnete, welche ich aber schon oben angeführt habe.

---

*) Lehrbuch Bd. 9. S. 571. 1840.

Chevreul hat vor vielen Jahren Kreatin darin gefunden und Wöhler dieses bestätigt[1]).

In der That, wenn man vorurtheilsfrei liest, was Berzelius über die mit Wasser ausgezogenen Bestandtheile der Muskelmasse vor vielen Jahren schon mitgetheilt hat, kann man in der letzten Arbeit von Liebig[2]) fast nichts Neues über die Kenntniß der Muskelflüssigkeit finden, um so weniger, da er alle extractartigen Stoffe mit Stillschweigen übergeht. Er konnte Pettenkofer's Analyse des Kreatins als Grundlage bei der Untersuchung dieser Stoffe benutzen, hätte dadurch stets die Sache vereinfacht, indem man bis auf 1 Aeq. Wasser das Richtige hat. Uebrigens will ich diese Untersuchung nicht verkleinern, obgleich ich ihr nicht so großen Werth zuerkenne, wie Diejenigen, welche die Arbeit von Berzelius darüber nicht gelesen haben. — Von dem Kreatin werde ich genauer beim Urin sprechen, weil es ein Ausscheidungsstoff ist.

Aber so vortrefflich auch die Arbeit von Berzelius über den wäßrigen Muskelauszug sein mag, so giebt sie uns nur eine Kenntniß von einem Gemenge der Nahrungsflüssigkeit mit Blut. Es bleibt daher noch zweifelhaft, was zum ersten und was zum zweiten gehört. Z. B. führt er an[3]), Harnstoff darin gefunden zu haben; gehört dieser nun zum Blute oder zur Nahrungsflüssigkeit? Von der Zersetzung des Muskelgewebes selbst kann dieser stammen, aber da er auch im Blut gefunden ist, ist es die Frage, ob er aus der Nahrungsflüssigkeit der Muskeln in das Blut übergegangen oder in das Blut durch die Zersetzung von andern Geweben gelangt ist.

Doch wenn wir auch die Nahrungsflüssigkeit des Muskelgewebes kennten, so würde dieses für die physiologische Chemie noch nicht genügend sein.

---

1] Lehrbuch S. 577.

2) Berz. Lehrb. ibid. S. 589.

3) Ann. der Chem. und Pharm. Bd. 62. S. 257.

Denn wie viele elementare Formen gehören nicht zum Muskelgewebe. Und dennoch, soll man von der Entstehung der beiden Bestandtheile, den Muskel-Primitivfasern, und von dem zwischen ihnen gelegenen gut unterscheidbaren dritten Stoffe (S. 630), von der Entstehung des Sarcolemmas (S. 631), von dem überall zwischen den Muskeln eingewebten Bindegewebe und von den elastischen Fasern chemische Rechenschaft ablegen — nicht der Capillargefäße des Blut- und Lymphgefäßsystems, der Nervenfasern, des Fettes u. s. w., der Muskelmasse zu gedenken — so müßte man die Nahrungsflüssigkeit, welche jedem besonders zugehört, untersuchen können, was unmöglich ist, und unmöglich bleiben wird.

Diese Unmöglichkeit erstreckt sich auch auf jedes andere zusammengesetzte Gewebe und das, was uns also übrig bleibt, ist, aus der Kenntniß, die wir von den Blutbestandtheilen im Allgemeinen haben, in Verbindung mit der Kenntniß von der Zusammensetzung der Elementargewebe, durch Annäherung zu bestimmen, was dabei verändert wird, welches die Zersetzung ist, der das eine oder andere dabei ausgesetzt ist und auch, wie ich S. 1056 bemerkte, durch Deduction.

Es ist klar, daß die Blutkörperchen nirgends das Capillargefäßsystem verlassen, sondern darin eingeschlossen bleiben; daß dadurch das Austreten der Blutbestandtheile aus dem Capillarsystem sich auf die im Blut aufgelösten Stoffe beschränkt. Und diese Stoffe sind: Fibrin im auflöslichen Zustande und Albumin, die beiden Oxy-Proteine, die extractartigen Stoffe, die organischen und anorganischen Salze, und alles dasjenige, was wir weiter oben aufgezählt haben. Treten diese alle aus dem Capillarsystem als Nahrungsflüssigkeit? Die Erfahrung hat noch nichts darüber entschieden, aber das können wir feststellen, daß dasjenige, welches als Ausscheidungsproduct des Gewebes einmal in den Blutlauf zurückgetreten ist, wohl nicht mehr da heraustreten wird; daß alle anorganischen Salze, schwefelsaure, phosphorsaure, Chlorüre sicher austreten können. Daß vielleicht

das Eiweiß, gewiß das aufgelöste Fibrin und Oxy-Protein nach außen gehen; von dem letzten entsteht doch wahrscheinlich das Chondrin- und Binde-Gewebe, von dem ersten wahrscheinlich die Primitivfasern der Muskeln; von den Fetten ist es sicher, daß sie nach außen treten, aber ob sie es als Seifen thun, oder in dem Capillarsystem wieder neutrale Fette werden, um als solche in den Fettzellen abgelagert zu werden, das und noch viel mehr liegt noch ganz im Dunkeln.

Aus der Nahrungsflüssigkeit, sagen wir, entsteht die Lymphe, ihre Zusammensetzung wird in einiger Zeit Licht über den Nahrungssaft verbreiten können; was wir gegenwärtig davon wissen, ist nicht bedeutend; es mag genügen, die Resultate einiger Analysen mitgetheilt zu haben, die jedoch wahrscheinlich nicht die Hälfte der in der Lymphe vorhandenen Stoffe angeben. Daher will ich den Leser auch nur kurze Zeit hierbei aufhalten, gleichwohl verdiente sie mit der größten Aufmerksamkeit ausführlich untersucht zu werden.

Die Lymphe ist mehreremal untersucht worden, sie hat viele Aehnlichkeit mit dem Chylus, aber enthält viel weniger Fett.

Die beste Analyse, welche wir von der Lymphe besitzen, ist von Marchand und Colbey:

| | |
|---|---|
| Wasser . . . . . . . . | 96,926 |
| Fibrin . . . . . . . . | 0,520 |
| Albumin . . . . . . . . | 0,434 |
| Osmazom und Verlust . . . . | 0,312 |
| Oelige Fette . . . . . . | 1,544 |
| Krystallisirte Fette . . . . . . | |
| Chlornatrium . . . . . . . | |
| Chlorkalium . . . . . . . | |
| Kohlensaure und milchsaure Alkalien | |
| Schwefelsaurer Kalk . . . . . | |
| Phosphorsaurer Kalk . . . . . | |
| | 100,00. |

Rees, der vergleichende Analysen von Chylus und Lymphe gegeben hat, fand†):

| | Chylus. | Lymphe. |
|---|---|---|
| Wasser . . . . . . . . | 90,237 | 96,536 |
| Albumin . . . . . . . | 3,516 | 1,200 |
| Fibrin . . . . . . . . | 0,370 | 0,120 |
| In Wasser und Alkohol auflösl. Extract . . . . | 0,332 | 1,310 |
| In Wasser auflösl. Extract . | 1,233 | 0,240 |
| Fette . . . . . . . . | 3,601 | Spuren |
| Salze und Spuren von Eisenoxyd . . . . . . . | 0,711 | 0,585 |

Wenn wir die mitgetheilte Zusammensetzung der Lymphe für die richtige halten, wie unvollkommen sie dann auch nur bekannt ist, dann finden wir darin Alles, was zum Blute gehört, ausgenommen die Blutkörper.

Wozu dienen denn eigentlich die Blutkörper, da diese nicht aus dem Capillarsystem treten? Sie sind zum Theil Träger des Sauerstoffs, der in den Lungen aufgenommen und, wenn dort auch nicht allein, nicht unmittelbar in den Lungen, doch allmählich chemisch gebunden wird. Sie sind zum Theil die Träger der Kohlensäure des venösen Bluts (siehe Athmen). Der Versuch von Harles (S. 1080) stellt dies außer Zweifel. Mit Wahrscheinlichkeit kann angenommen werden, daß die Hüllen der Blutkörperchen bei ihrer Auflösung in Molecüle in Fibrin verwandelt werden, daß also die Blutkörper, wenn sie aufgelöst werden, Molecüle bilden, die sich beim Gerinnen des Bluts zu Fibrin verbinden; daß die Fibrintheilchen bei ihrer Zertheilung unter dem Einfluß des Sauerstoffs in den Lungen zum Theil verändert, dann durch die Arterien zu dem Capillarsystem geführt werden, zum Theil dort austreten und

†] Journ. für pr. Chemie. Bd. 23. S. 322.

Formbestandtheile entstehen, gleichwie aufgelöste Oxyproteine, welche letztere sicher ein Product des oxydirten Fibrins sind.

Der Eiweißstoff ist der Mutterstoff von Allem, er wird in den Pflanzen allgemein angetroffen und als Nahrungsmittel dem Menschen und den Thieren unter verschiedenen Formen angeboten; aus ihm müßten die Blutkörperchen entstehen.

Der erste und letzte Formbestandtheil des Bluts sind die Blutkörperchen; das Fibrin steht ihnen am nächsten. Die Veränderung der Blutkörperchen führt zu ihrer Auflösung und die Auflösung zu Fibrintheilchen, das ist zu solchen, die als formende — nicht als geformte — angesehen werden können, was um so wahrscheinlicher ist, da die Blutkörperchen sicher mit die Träger des Sauerstoffs sind, und also der Sauerstoff den größten Einfluß auf sie ausüben muß. Die Oxydation der Blutkörperchen, denn so kann sie genannt werden, ist gleichwohl eine solche, die durch Kohlensäure aufgehoben werden kann, welche Aufhebung im Capillarsystem vor sich geht. Oefter jedoch werden die Blutkörperchen aufgelöst. Geschieht diese Auflösung in dem ganzen Gefäßsystem? Es ist wahrscheinlich, daß sie im Capillarsystem unter dem Einfluß der Kohlensäure zu Stande kommt, weil die aufgelösten Theile der Blutkörperchen erst in den Lungen zu Fibrintheilchen oxydirt werden und in den Venen mit dem Eiweiß des Serums gemengt sind ohne dort das Vermögen zu Fibrin fest zu werden, erlangt zu haben.

Die Fibrintheilchen, in größerer Menge im Blut der Arterien als der Venen vorhanden, fließen zugleich mit den in den Lungen mit Sauerstoff durchdrungenen Blutkörperchen und mit dem im Blut als Gas aufgelösten Sauerstoff zum Capillarsystem hin, als eben so viele Quellen, die der austretenden Nahrungsflüssigkeit Sauerstoff bieten können.

Wir glauben diese Schlüsse aus den allgemeinen Resultaten, S. 1063 mitgetheilt, in Verbindung mit dem, was wir gegenwärtig von dem Athmungsproceß wissen, ableiten zu kön-

nen. Die Oxydation ist eine Hauptsache bei jedesmaliger Bildung von neuer Nahrungsflüssigkeit, die Aufnahme von Sauerstoff eine Hauptquelle des Stoffwechsels im thierischen Organismus. Es sind zum Theil die Blutkörperchen, die mit als Träger des aufgenommenen Sauerstoffs angesehen werden müssen, womit die endosmotisch in das Capillarsystem eintretende Nahrungsflüssigkeit geschwängert wird und aus der Einwirkung in dem Capillarsystem auf die Bestandtheile der eintretenden Nahrungsflüssigkeit mit die Kohlensäure entsteht, welche durch die Venen nach den Lungen zurückgeführt wird.

Diese Momente der Oxydation durch den in den Lungen eingeathmeten Sauerstoff werden wir in dem folgenden Hauptstücke näher betrachten.

## Athmungsproceß.

Das Athmen ist im weitern Sinne die Verrichtung, wodurch die athmosphärische Luft auf die Bestandtheile des thierischen Körpers einwirkt und die gasförmigen Producte des Stoffwechsels, die daraus entstehen, wieder aus dem Körper ausführt.

Diese wichtige Verrichtung findet unter sehr verschiedenen Formen im Thierreiche statt. Unter der einfachsten Form bei den Insecten, wo die Luft in spiralförmigen Röhren den größten Theil des Körpers des Thiers durchdringen kann, um dort — ohne daß Athem geholt oder ausgestoßen wird — doch dieselben Veränderungen hervorzubringen, die bei dem Athmen im engern Sinne zu Stande kommen.

Bei den Kiemen führenden Thieren sind es büschelförmige Blutgefäße, womit die im Wasser aufgelöste Luft in Berührung kommt, und während bei der Anwesenheit von spiralförmigen Röhren bei den Insecten eine langsame Auswechselung von Luft, die durch Diffusion in die Röhren eingeführt und ausgeführt wird, stattfindet, ist es hier ein unmittelbares Austreiben von

Luft in das Wasser nach außen und ein Aufnehmen von Luft aus dem Wasser durch das Thier, welches im Wasser lebt.

Bei den Thieren mit Lungen ist das Phänomen im Wesentlichen dasselbe, wie bei den Insecten, aber es findet bei den erstern eine regelmäßige Ein- und Ausführung von Luft statt. Die Luftwege sind hier allein für die Ein- und Ausführung von Luft bestimmt, jedoch der Chemismus beim Athmen ist derselbe für das ganze Thierreich.

Der Chemismus besteht in der Zuführung von atmosphärischer Luft und in der Entfernung von Gasen, die aus dem Blut entwickelt werden; in der Zuführung lediglich des Sauerstoffs, denn wir wissen gegenwärtig fast mit Sicherheit, daß der Stickstoff nicht vom Blute aufgenommen wird und daß die Kohlensäure der Atmosphäre von keinem Einfluß ist. —

Es ist also der Einfluß des Sauerstoffs allein, worauf sich die Untersuchung beschränken kann, es ist der Sauerstoff, der, auf eigne Weise außerhalb des Speisekanals zugeführt, den Stoffwechsel der Bestandtheile des Körpers und der durch den Speisekanal eingeführten Stoffe, in Thätigkeit setzen muß.

Mit Recht hat man bei dem ersten Aufblühen der chemischen Wissenschaft die Aufmerksamkeit sogleich auf dieses wichtige Phänomen des thierischen Lebens gerichtet und die älteren Wahrnehmungen — daß beim Athmen dieselben Luftarten wie bei der Verbrennung organischer Stoffe gebildet werden — zu erklären getrachtet. Der unsterbliche Lavoisier befestigte für eine Zeit lang in der Wissenschaft die Vergleichung des Athmens mit der Verbrennung, und jetzt noch faßt man oft das Athmen in dem Sinne einer Verbrennungs-Erscheinung auf, welches darum gleichwohl unrichtig ist, weil die Lungen — oder in andern Fällen die Stellen, wo Sauerstoff und organische Stoffe zuerst in Berührung kommen — die Oerter, wo der Stoffwechsel stattfindet, nicht ausschließlich, selbst nicht vorzugsweise sind.

Zu Anfange meinte man, besonders nach dem Vorgange

von Laplace und Lavoisier, daß der Sauerstoff der Luft sich mit dem Kohlenstoff des Bluts verbindet; daß in dem venösen Blut mehr Kohlenstoff vorhanden und dieses dadurch schwärzlich ist; — daß das venöse Blut in den Lungen Kohlenstoff verliert und roth wird, sich in arterielles Blut verändert unter Austreibung von Kohlensäure, von welcher man behauptete, daß die ausgeathmete Menge im Maaße eben so viel betrüge, wie die des eingeathmeten Sauerstoffs, ferner, daß der Stickstoff der Luft keine Veränderung der Menge nach erlitt und beim Athmen also nicht nur von keinem Nutzen wäre, sondern daß er sich auch nicht der Menge nach vermehre und folglich kein Stickstoff ausgeathmet werde, daß kein Wasser beim Athmen gebildet wird und folglich das ganze Phänomen in einer Orydation des Kohlenstoffs bestände. —

Die Leber, so meinte man früher — wäre ein anderes Kohlenstoff ausscheidendes Organ, weil das Blut der Pfortader von besonders dunkler Farbe ist; Lunge und Leber unterstützten also einander, um den Körper von dem Kohlenstoff, der so schwarz angeschrieben war, zu befreien. In der That, wenn man bedenkt, wie kurze Zeit verflossen, als man noch diesen Phantasiegebilden anhing, kann man sich nicht genug freuen über die richtigeren und besseren Begriffe, die gegenwärtig mit der Sicherheit angenommen werden können, welche man gerne der Wahrheit schenkt.

Lagrange ist der erste gewesen, der ausgesprochen hat, daß der Act des Athmens wohl physisch aber nicht chemisch durch die Lungen vollbracht wird; daß die Lungen nur der Ort für die Auswechselung von Gasen sind; daß der Sauerstoff der Luft in den Lungen durch das Blut aufgenommen wird, daß dieser Sauerstoff von dem Blute aufgelöst, langsam seine Wirkung ausübt, daß er beim Stoffwechsel gegen Kohlensäure ausgewechselt wird, welche, in dem venösen Blut aufgelöst seiend, am Ende durch die Lungen in die Atmosphäre entfernt wird.

Diese Darstellung, weiter ausgeführt und näher bestimmt, ist gegenwärtig noch diejenige, welche eine wahre Vorstellung vom Athmungsproceß giebt.

Wir wollen dieses Bild — zugleich mit der ausgedehnten Ansicht von dem ganzen Mechanismus der Respiration und allen ihren Eigenthümlichkeiten in verschiedenen Thierklassen — aus einem chemischen Gesichtspunkt betrachten und in Betreff desjenigen, was nicht zum Gebiet der physiologischen Chemie gehört, auf die Werke über Physiologie verweisen *).

Die Beschreibung von der Structur der Lunge sollte nach unserm Urtheil ganz und gar nicht außer unserm Gebiete liegen, aber da wir keine einzige Besonderheit selbst zu dem fügen können, was davon in der Wissenschaft schon aufgezeichnet ist, so verweisen wir auf dasjenige, was an dem Orte, an welchem man dieses behandelt, gefunden wird. —

Der Luftweg theilt sich bei den eigentlich athemholenden Thieren in zwei Enden, jeder wie ein langer Gang, sich stets mehr und mehr theilend, so daß zuletzt jedes äußerste Ende gegränzt ist von einer durch Zwischenwände getheilten Luftblase, die mit einem feinen Capillarnetz umsponnen ist **). Durch die Wände dieser Blasen und durch die daselbst befindlichen Capillargefäße muß die Kohlensäure und der Stickstoff aus dem Blute entweichen und Sauerstoff in das Blut eindringen.

## Das Athmen im Zusammenhang mit der Luft.

Die Atmosphäre ist das Medium, in welchem das Athemholen bei den Thieren mit Lungen, die wir vorzüglich in Erwägung ziehen wollen, geschieht. In der freien Luft ist ihre

---

*) Der Artikel Respiration von Vierordt in Wagner's Handw. II. S. 828 umfasst sehr viel von den neuesten Untersuchungen.

**) Siehe die Dissertationen von Adriani und Moleschott und die letzten Holländischen Beiträge, S. 1, 1846.

Zusammensetzung dieselbe, und enthält in 100 Theil. dem Maaße nach 20,9, dem Gewichte nach 23 Sauerstoff. — In einem abgeschlossenen Raume, worin Thiere leben, wird ihre Zusammensetzung verändert, so wie dieses aus guten Untersuchungen in den letzten Jahren bekannt geworden ist. Die Menge Sauerstoff nimmt ab und die Menge Kohlensäure nimmt zu. Vor allen war es Le Blanc, der dieses zuerst sicher festgestellt hat, und letztere Untersuchungen haben diesen Punkt in der That zu einem hohen Grade von Genauigkeit gebracht. Zuerst begnügte man sich mit der Kenntniß von der Veränderung der Menge Kohlensäure und Sauerstoff und hielt den Stickstoff für constant, weder vermindert, noch vermehrt werdend beim Athmen; aber auch dieser Punkt ist in einem andern Sinne entschieden, und endlich ist der Wassergehalt der Atmosphäre in Verbindung mit dem Athmen einer genauen Untersuchung unterworfen worden.

In der Auseinandersetzung des einen und andern können wir kurz sein, das historische, was größtentheils unbrauchbar ist, können wir ruhen lassen und uns beschränken, solche Abhandlungen aufzuführen, die entweder zu der Feststellung der Regeln, die dabei zu bestehen scheinen, geleitet, oder die damit wenigstens einige Verbindung haben. Zuerst wollen wir von der Verminderung der Menge des Sauerstoffs beim Athmen und von der Vermehrung der Menge der Kohlensäure handeln; zweitens über die Vermehrung der Menge des Stickstoffs beim Ausathmen; drittens über die Menge des Wassers, die beim Ausathmen ausgetrieben wird; viertens über das Ausathmen anderer luftartiger Stoffe.

### Verminderung des Sauerstoffs und Vermehrung der Kohlensäure beim Athmen.

In Bezug auf die Menge Kohlensäure, die beim Ausathmen frei und die Menge Sauerstoff, die dabei aufgenom-

men wird, hatte man bis vor wenigen Jahren ganz unrichtige Bestimmungen in der Wissenschaft aufgenommen. Man brachte die Thiere in verschlossene Räume und suchte die Veränderung der Luft zu erforschen, die durch das Athmen verursacht werde, brachte dadurch die Thiere in eine nicht naturgemäße Atmosphäre, wodurch allerlei Störungen beim Athmen entstehen mußten und wodurch also auch keine gute Resultate erhalten werden konnten. Ueberdies konnte man auf diese Weise die Versuche nur kurze Zeit fortsetzen und man übertrug alle Fehler, die in den Versuchen gemacht wurden, in die Schlüsse, die man zuweilen aus einigen Malen Athemholen für 24 Stunden abgeleitet hatte.

Nach den Resultaten von den meisten Thieren erlangt, muß ein Mensch oder ein Thier Quantitäten von Speise zu sich nehmen, nur um Kohlensäure durch die Lunge aushauchen zu können, Quantitäten, die indessen nicht genommen werden. Man blieb ungewiß, ob aller oder kein Sauerstoff verschwinde, das heißt, ob eben so viel Kohlensäure ausgeathmet als Sauerstoff aufgenommen wird; ob aller oder kein Stickstoff aufgenommen oder ausgestoßen wird und zweifelte man nicht an seinen eigenen Resultaten, so mußte ein anderer daran zweifeln, so daß Niemand zu demselben Resultate sich bekannte.

Nicht glücklicher war man mit der Art und Weise die Versuche anzustellen, wo man die Thiere in einen kleinen Raum zwischen zwei Gasometer brachte, das eine mit atmosphärischer Luft gefüllt, das andere bestimmt, die zum Athmen gedient habende Luft aufzunehmen. Eudiometrische Versuche mußten auch und dazu über kleine Verschiedenheiten entscheiden, und alle Schwierigkeiten des Messens über die des Wägens influirten auch hier wieder auf die Resultate der Untersucher.

Die Ein- und Ausgangslehre war hier vorzüglich noch die unglücklichste von allen und hat die Wissenschaft auch hierin zurückgeführt. Man wog die Nahrung, die genommen

und die festen Excrete, die ausgeleert wurden; man bestimmte von beiden die Menge C, H, N, O und schloß daraus: So viel Kohlenstoff muß durch die Lungen entweichen.

Dasselbe, was ich bei der Verzehrung der Speise S. 939 anmerkte, daß nämlich Liebig eine neue Methode, um den Verbrauch von Nahrungsstoffen zu bestimmen, einführen wollte, muß ich auch hier erwähnen.

Nach Liebig muß das, als Kohlensäure durch die Lungen und Haut ausgeathmet, in Rechnung gebracht werden, was in den Excreten nicht als Kohlenstoff wiedergefunden wird und doch als Kohlenstoff genossen ist. Er giebt hierfür Versuche an, mit Soldaten angestellt, Versuche, wobei die verbrauchte Nahrung aufgezeichnet und ein Theil davon analysirt wurde, um den Kohlenstoffgehalt kennen zu lernen; nachher wurden auch die Excrete gewogen und ein Theil auf den Kohlenstoffgehalt untersucht.

Gegen diese Methode sind viele aufgetreten, Scharling unter andern *), und nach meinem Dafürhalten mit Recht. Es ist nicht zu verkennen, daß die andern Bestimmungen der Kohlensäure in der ausgeathmeten Luft, groben Fehlern unterworfen waren, da man aus einer kleinen Menge des Ausgeathmeten auf dasjenige schloß, was in 24 Stunden durch die Lungen und Haut ausgeschieden wird. Indessen ist auch nicht zu verkennen, daß die Methode von Liebig den größten Schwierigkeiten unterworfen ist, und die Resultate haben dies auch gezeigt, da die letzteren Versuche von Scharling und von Andral und Gavarret und anderen, Mengen gegeben haben, welche von denen Liebigs gänzlich verschieden sind.

Um einen Beweis zu liefern, wie weit man, wenn man die Methode von Liebig befolgt und die Resultate seiner Analysen benutzt, zu unrichtigen Schlüssen geleitet wird,

---

*) Annalen der Ch. u. Pharm. Januar 1846.

kann unter anderen dienen, daß Liebig 27,8 Loth Kohlenstoff als die Menge angiebt, welche ein Soldat täglich ausathmet, während Scharling für die dänischen Matrosen, nach der Angabe von Liebig den Kohlenstoffgehalt in Brod, Fleisch u. s. w. berechnet, nur 22⅘ Loth Kohlenstoff ihnen zur Nahrung geliefert, gefunden hat. Hiervon nun die 1,121 Loth Kohlenstoff abgezogen, welche nach Liebig in 24 Stunden durch die Fäces und den Urin entfernt werden, bleiben 21,6 Loth in den Versuchen von Scharling für den ausgeathmeten Kohlenstoff über. Dieser sehr große Unterschied von ungefähr ⅕ der Menge, welche als Kohlensäure in 24 Stunden entfernt wird, macht die Methode von Liebig viel weniger genau wie einige andere, die wir kennen. Welche Schlüsse soll man überdies aus Versuchen ziehen, indem nach dem Einen 27,8, nach dem Andern 21,6 Loth Kohlenstoff durch einen Menschen in mittlern Jahren in 24 Stunden ausgeathmet werden.

Wie es mir scheint, hat Scharling in der angezogenen Abhandlung überzeugend bewiesen, daß die Methode von Liebig nicht haltbar ist, daß seine Gründe für einen größeren Kohlenstoffverbrauch in kälteren als in wärmeren Gegenden nicht richtig sind, und daß man, will man die Kohlensäuremenge kennen, die durch die Lunge und Haut ausströmt, unmittelbare Bestimmungen derselben machen muß. Diese sind denn auch theils durch Scharling, theils durch Brunner und Valentin, theils durch Andral und Gavarret, theils durch Marchand, theils durch Regnault und Reiset gemacht.

Durch die Versuche von Brunner und Valentin *) ist zuerst mit größerer Sicherheit, als es bis zu dieser Zeit in der Wissenschaft der Fall war, bekannt geworden, welches die

*) Pharm. Centr.-Blatt. 1843. S. 757 u. 765.

Zusammensetzung der ausgeathmeten Luft beim Menschen ist. Dulong hatte bereits gemerkt, daß mehr Sauerstoff verbraucht wird, als Kohlensäure dafür an die Stelle tritt, aber die Luftanalyse hatte nicht diesen Grad von Genauigkeit, ehe die Methode von Brunner, die atmosphärische Luft zu analysiren bekannt war, daß man darauf vertrauen mochte.

Sie sagen, daß mehr Sauerstoff dem Volumen nach verschwindet, als an Kohlensäure beim Athmen ausgetrieben wird. Aus der Reihe von Versuchen, von ihnen angestellt, und die wahrlich mit ausgezeichneter Sorgfalt in's Werk gesetzt sind, leiten sie ferner die Folgerung ab, daß das Gesetz der Diffusion der Gase, durch Graham festgestellt, sich hier klar herausstellt, und daß also Sauerstoff und Kohlensäure dem Volumen nach im umgekehrten Verhältniß der Quadratwurzel ihrer Dichtigkeit sich auswechseln sollen. Auf 100 Vol. Kohlensäure, durch das Athmen fortgebracht, sollen also gerade 117,421 Vol. Sauerstoff aufgenommen werden.

Von vielen ist dieses Quasi-Gesetz des Athmens bestritten; erstlich weil die Bedingungen fehlen, unter welchen das Gesetz von Graham sollte zur Geltung gekommen sein; dann, weil viele Umstände auf die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs und der gebildeten Kohlensäure den größten Einfluß ausüben müssen, so daß das von Valentin angedeutete Ebenmaaß nicht bestehen kann.

Dulong hat angegeben, daß die Menge des Sauerstoffs, die aufgenommen, viel größer, als die der Kohlensäure ist, die ausgeathmet wird und daß dieser Unterschied bei verschiedenen Thieren sehr verschieden ist; bei Fleisch fressenden Thieren soll beträchtlich mehr Sauerstoff, bei demselben Volumen ausgeathmeter Kohlensäure, aufgenommen werden, als bei denen, welche Pflanzennahrung genießen. — Da nun Brunner und Valentin stets dasselbe Verhältniß zwischen Kohlensäure und Sauerstoff fanden und dieses bei gemengter Nahrung al-

lein zufällig richtig gewesen sein kann, so hat Donders *) das Gesetz von Valentin und Brunner geprüft und die Unrichtigkeit desselben dargethan, sich besonders auf die Versuche selbst berufend, aus welchen die Unrichtigkeit des Gesetzes und keineswegs seine Richtigkeit folgt. — Von wie großem Belang diese Widerlegung von Donders inzwischen auch sein mag, so glaube ich doch sie hier nicht aufzunehmen zu brauchen, da gegenwärtig die Unrichtigkeit dieses Gesetzes schon allgemein anerkannt ist.

Wie Valentin auf das Diffusionsgesetz beim Athmen kommen konnte, bleibt dunkel, wenn man überlegt, daß die Fische im Wesentlichen dieselbe Function verrichten wie die Thiere mit Lungen, aber unter einer ganz andern Form; daß also die Art und Weise des Athmens unmöglich ganz regelmäßig bei den Thieren mit Lungen sein kann.

Das Verhältniß zwischen dem aufgenommenen Sauerstoff und ausgeathmeter Kohlensäure ist vorzüglich durch Marchand's **) Versuche bekannt geworden. Er benutzte dazu Frösche, die in einem Strom von trockner und kohlensäurefreier Luft sich aufhaltend, also fortwährend frische Luft empfingen. Er fing das Wasser, durch das Athmen und die Ausdünstung ausgeschieden, in Chlorcalcium auf, die Kohlensäure in Kali und sah von starker Schwefelsäure stets eine geringe Menge flüchtiger Stoffe aufgenommen werden, die aus dem Apparat entwichen und welche, über glühendes Kupferoxyd geleitet, Kohlensäure und Wasser gaben. Er wog die Frösche vor und nach dem Versuch mit ihren Excrementen und fand so stets eine Zunahme an Gewicht, welche allein von chemisch gebundenen Sauerstoff abgeleitet werden konnte. Die Menge des Sauerstoffs war immer größer, als sie in der gebildeten Kohlensäure vorkommt. Marchand berechnet,

*) Holländische Beiträge 1848. S. 269.

**) Journal f. pr. Chemie. Bd. 33, S. 129 u. Bd. 36, S. 1.

daß dieser Ueberschuß an Sauerstoff mit Wasserstoff Wasser bildet, aber er kann wohl auch Cyansäure und andere Stoffe bilden (Harnstoff z. B. ist zusammengesetzt wie cyansaures Amoniumoxyd); es ist daher unrichtig anzunehmen, daß der Sauerstoff, welcher beim Athmen keine Kohlensäure bildet, nur Wasser bilden soll. Diese Vorstellungen sind Folge von der viel zu strenge durchgeführten Verbrennungstheorie.

Die Versuche von Marchand sind wichtig und von sehr Vielen angenommen. Wir wollen einige in kurzen Umrissen anführen.

Vier Frösche, 52 Stunden dem Versuche unterworfen, nahmen an Gewicht zu — die Excrete mitbegriffen — 1,958 Gr. Das war Sauerstoff, der aufgesogen war. Es waren 2,151 Gr. $CO^2$ gebildet, worin 1,564 Sauerstoff. Bleiben jedoch 0,394 Sauerstoff über, wovon keine Kohlensäure gebildet, aber entweder zur Wasserbildung, oder im Allgemeinen zur Oxydation der Bestandtheile der Frösche, nur nicht direct zur Kohlensäurebildung leitende, gedient haben. Das Verhältniß des Sauerstoffs der Kohlensäure zu dem keine Kohlensäure bildenden Sauerstoff ist = 1,564: 0,394 = 100: 25,19.

Fünf Frösche gaben in 24 Stunden Vermehrung des Gewichts 1,857, gebildete Kohlensäure 2,112, worin 1,536 Sauerstoff, bleibt 0,321. Hier ist ein Verhältniß von 100: 20,90. In seinen Versuchen im Allgemeinen hat er für das Verhältniß des Sauerstoffs, der Kohlensäure bildet und keine Kohlensäure bildet, gefunden: 100: 25,19 — 20,90 — 26,91 — 27,18 — 20,04 — 30,00 — 18,06. — Bei einem Kaninchen 100: 28,35. —

Ferner folgt aus den Versuchen von Marchand, daß des Tages mehr Sauerstoff zu Kohlensäure, des Nachts mehr Sauerstoff zu andern Zwecken gebunden wird.

Zwölf Stunden am Tage gaben ihm 100: 22,10; zwölf Stunden des Nachts 100: 28,79. Die Aufnahme von Sauerstoff war im Ganzen des Nachts geringer, — was schon

lange bekannt war — aber es wurde außerdem auch weniger Kohlensäure gebildet.

Bei niedriger und hoher Temperatur waren auch merkliche Abweichungen von der mittleren Menge des bei mittlerer Temperatur aufgenommenen Sauerstoffs und außerdem Abweichungen im Verbrauch des Sauerstoffs zur Kohlensäurebildung oder zu andern Zwecken. Er fand namentlich bei sechs Fröschen, jedesmal während sechs Stunden bei verschiedenen Temperaturen dem Versuche unterworfen.

| | Sauerstoff aufgenommen | In Kohlensäure vorhandener Sauerstoff | Nicht zu Kohlensäure verbunden |
|---|---|---|---|
| Bei 2° bis 3° | 0,080 | 0,0742 | 0,0058 |
| » 6° » 7° | 0,319 | 0,2364 | 0,0826 |
| » 12° » 14° | 0,286 | 0,2225 | 0,0635 |
| » 18° » 20° | 0,263 | 0,2100 | 0,0530 |
| » 28° » 30° | 0,157 | 0,1464 | 0,0106. |

In Wasserstoffgas sah Marchand die Frösche rasch betäubt werden und darauf sterben. So lange sie in diesem Zustand waren, gaben sie gleichwohl Kohlensäure von sich, wie schon Müller, Bischof, Edwards, de Martigny und andere gefunden hatten; die gleichwohl keinen reinen Wasserstoff gebraucht haben mögen, da sie die Frösche so lange darin leben sahen und ihre Angabe in Bezug auf die Entwickelung der Kohlensäure im Wasserstoffgase also kein Vertrauen verdienen kann.

Beim Athmen in reinem Sauerstoffgas wird die Menge der Kohlensäure nicht sehr vergrößert aber dagegen eine bedeutende Menge Sauerstoff auf andere Weise gebunden — mehr Wasser gebildet, sagt Marchand. — In einem Versuche mit Sauerstoff der 24 Stunden dauerte, wurden 1,121 Sauerstoff aufgenommen, wovon 0,749 in der gebildeten Kohlensäure vorkamen und 0,372 auf andere Weise gebunden waren, also wie 100 : 49,66, oder beinahe das Doppelte von dem, was atmosphärische Luft giebt.

Aus diesen Versuchen von Marchand — die in Bezug auf den Stickstoff keinen Aufschluß geben — folgt, daß die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure beim Frosche ungefähr $\frac{1}{4}$ im Volumen geringer ist, als die Menge des eingeathmeten Sauerstoffs, welches — beim unverändert Bleiben des Stickstoffs — für das Gemenge von Sauerstoff und Stickstoff in der atmosphärischen Luft ungefähr $\frac{1}{20}$ weniger ausgeathmete Luft, als eingeathmete betragen soll.

Bei der Abmagerung beschränkte sich, nach den Versuchen von Marchand, die Verbindung des Sauerstoffs fast allein auf den Kohlenstoff, was wir aus frühern Versuchen bereits wissen, das aber in solchem Falle ein wichtiger Punkt für die Lehre vom Athmungsproceß ist. Die Menge Kohlenstoff, die beim Menschen durch die Lungen und die Haut nach außen entleert wird, ist genauer von Scharling*) unterschieden und durch Versuche bestimmt. Er setzte die Personen, mit welchen die Versuche angestellt wurden, in einen Kasten, durch welchen ein Luftstrom geführt wurde, und schloß in einem Theil der Versuche die aus den Lungen kommende Luft aus, dadurch, daß er den Personen eine Kappe von Kautschuck luftdicht aufsetzte und Gelegenheit zum freien Athmen gab.

Auf diese Weise fand er, in Uebereinstimmung mit Andral und Gavarret, die Menge des Kohlenstoffs, die in einer Stunde ausgeleert wurde, in Grammen ausgedrückt.

| | Gewicht in Kilogramm | Kohlenstoff durch die Haut entleert | Kohlenstoff durch die Lungen entleert | |
|---|---|---|---|---|
| | | Scharling | Scharling | Andral und Gavarret |
| 1) Ein Mann von 28 Jahr | 82 | 0,373 | 11,367 | 12,4 |
| 2) » Jüngling » 16 » | 57 | 0,181 | 10,819 | 12,0, |

*) Journal für pr. Chemie Bd 36 S. 454 u. Ann. der Ch. u. Pharm. Bd. 45 S. 214.

| | Gewicht in Kilogramm | Kohlenstoff durch die Haut entleert Scharling | Kohlenstoff durch die Lungen entleert Scharling | Andral und Gavarret |
|---|---|---|---|---|
| 3) Ein Junge von 9¾ Jahr | 22 | 0,124 | 6,426 | 5,9 |
| 4) » Mädchen » 19 » | 55 | 0,272 | 8,044 | 7 |
| 5) » » » 10 » | 23 | 0,124 | 6,072 | 6 |

Die Uebereinstimmung zwischen den Versuchen von Scharling und von Andral und Gavarret ist hinreichend, um uns sowohl von der Menge Kohlenstoff, welche vom Menschen durch die Lunge entfernt wird eine allgemeine Vorstellung zu machen, als auch die Versuche von Scharling genügend sind, um die Menge Kohlenstoff kennen zu lernen, die beim Menschen hauptsächlich als Kohlensäure durch die Haut nach außen geführt wird.

Diese Quantitäten, von Scharling gefunden, weichen ansehnlich von allen älteren Bestimmungen ab, die alle viel mehr Kohlenstoff in der ausgeathmeten Luft in Rechnung bringen.

Dieselbe Person athmet nach Scharling in 24 Stunden nicht immer gleichviel Kohlensäure aus, nach der Mahlzeit ist die Menge derselben größer, nach Bewegung desgleichen; während des Schlafs ist sie geringer und wohl im Verhältniß von 4:5 zwischen Schlafen und Wachen. Sie richtet sich auch nicht nach dem Gewicht des Körpers; von der schwersten Person № 1 ausgehend, hat man nämlich:

1. 1,0
2. 1,33
3. 2,07
4. 1,02
5. 1,86

Es ist vor allen Vierordt, der den Einfluß von verschie-

denen Umständen auf die gebildete Menge Kohlensäure studirt hat *).

Andral und Gavarret fanden, daß sich die Menge der von Menschen ausgeathmeten Kohlensäure auf folgende Weise regelt **). Sie verändert sich nach der Lebenszeit, dem Geschlecht und der Constitution. Das Gewicht der Individuen ist von keinem Einfluß darauf. Alles gleich genommen, athmet der Mann mehr Kohlensäure aus, als die Frau, zuweilen selbst wohl die doppelte Menge. Von dem 8. bis zum 30. Jahre nimmt die durch den Mann ausgeathmete Menge Kohlensäure stets zu und steigt in den Jahren der Pubertät sehr schnell. Nach dem 30. Jahre nimmt sie regelmäßig ab, und das um so mehr, je mehr sich das hohe Alter nähert. In sehr hohen Jahren kann die Menge der gleich werden, welche im 10. Jahre ausgeathmet wird. Bei der Frau nimmt die Menge auch zu vom 8. Jahre auf an; aber bei den Jahren der Pubertät wird sie stationair; bei der Abnahme der Menstruation nimmt sie wieder stark zu und von dieser Zeit an wieder ab, in dem Verhältnisse wie die Jahre steigen.

In beiden Geschlechtern richtet sich die Menge nach der Stärke des Körpers und besonders der des Muskelsystems.

Die Versuche von Regnault und Reiset ***) über die Respiration verdienen besonders unsere Aufmerksamkeit, weil sie mit großer Sorgfalt ausgeführt sind.

Sie haben sich die Fragen gestellt, ob eine bestimmte Menge Sauerstoff, welche als Kohlensäure beim Ausathmen nicht wieder gefunden wird, wirklich zu andern Zwecken, als zur Oxydation des Kohlenstoffs benutzt wird, dann ob Stickstoff frei wird beim Ausathmen, so wie einige behaupten, oder verschwindet wie andere aufgestellt haben.

*) Wagner's Handw. Art. Respiration.

**) Annales des Sciences natur. Février 1843 Zoologie pg. 100.

***) Comptes Rendus Tom. 26 p. u. 17.

Dulong hat auf 100 Theile ausgeathmeter Kohlensäure an Sauerstoff bei Pflanzen fressenden Thieren 108,2, bei Fleischfressenden 139,15 verschwunden gefunden; Despretz dagegen 132,6 bei (Pflanzen fressenden und 151,9 bei Fleischfressenden *). Ein Resultat, sehr verschieden von dem oben angeführten von Marchand bei Fröschen erhalten. — Und was den Stickstoff betrifft, so hatten Despretz und Dulong gefunden, daß eine sehr große Menge Stickstoff beim Athmen entwickelt ward, zuweilen selbst 1/4 von der verschwundenen Menge des Sauerstoffs.

Dieses letzte Resultat kann unmöglich recht sein, weil das Thier durch sein Ausathmen allein zuweilen mehr Stickstoff abscheiden müßte, als es in seiner Nahrung zu sich genommen hatte.

Die Methode Marchands, Thiere in einem geschlossenen Raume einem Luftstrome auszusetzen und diesen Strom lange zu unterhalten, ist nicht dieselbe, welcher sich Regnault und Reiset zu ihren Versuchen bedient haben. — Diese Letzten gebrauchten Sauerstoff und keine atmosphärische Luft, um den verbrauchten Sauerstoff zuzuführen. Sie bestimmten die Menge Sauerstoff, welche durch das in eine Glocke gesperrte Thier in den Stunden des Versuchs verbraucht war, und begannen den Versuch in athmosphärischer Luft. Sie ließen während des Versuchs die gebildete Kohlensäure stets von Kali aufsaugen. Wurde nun nur Sauerstoff aufgenommen und Kohlensäure gebildet, und die Menge des verbrauchten Sauerstoffs gleichmäßig mit der Menge der gebildeten Kohlensäure zugeführt, dann mußte die Luft nach dem Versuche in dem Raum, worin sich das Thier befand, dieselbe Zusammensetzung haben, wie beim Anfang des Versuchs. Wurde aber zugleich Stickstoff beim Athmen ausgeschieden, dann mußte die Luft nach dem Versuche reicher sein an Stick-

*) Berechnet von Donders in Holl. Beitr. 1848 S. 272.

stoff. Groß konnte hierbei die Entwickelung des Stickstoffs nicht sein, denn die Thiere blieben zuweilen einige Tage in demselben Apparat; die Menge des entwickelten Stickstoffs überstieg selten um $\frac{1}{100}$ die Menge des verbrauchten Sauerstoffs. Zugleich fanden sie ein wenig Wasserstoff und Kohlenwasserstoff entwickelt, die wahrscheinlich aus den Verdauungswerkzeugen entstanden waren.

Die Menge des zum Thier geführten Sauerstoffs war also bekannt; die Menge der gebildeten Kohlensäure wurde durch Zersetzung der angewandten Kalilauge gefunden, woraus das Verhältniß zwischen dem verbrauchten Sauerstoff und dem, welcher in der Kohlensäure gefunden wurde, aufgestellt werden konnte. Die Analyse der Luft endlich lehrte die Menge Stickstoff kennen, die nach dem Versuch mehr vorhanden war, als vor dem Versuch. — Die ganze Methode der Untersuchung ist ausgezeichnet und verdient mit dem Apparat, der hier nicht beschrieben werden kann, am angezogenen Platze nachgesehen zu werden. Wir beschränken uns hier einige Resultate mit Thieren anzuführen, welchen wir alles Vertrauen schenken können *).

Ein junger Hund 6,390 Kilogramme schwer, wurde 24 Stunden 30 Minuten dem Versuche unterworfen:

| | Grammen |
|---|---|
| Verbrauchter Sauerstoff . . . | 182,288 |
| Gebildete Kohlensäure . . . . | 185,961 |
| Sauerstoff in der Kohlensäure . | 135,244 |
| Frei gewordner Stickstoff . . . . | 0,182 |

Das ist also:

| | Grammen |
|---|---|
| Verbrauchter Sauerstoff . . . | 100 |
| Sauerstoff in der Kohlensäure . | 74,191 |
| » auf andere Weise verbraucht | 25,809 |

*) Siehe diese Abhandlung in Ann. der Ch. u Pharm. Februar u. März 1850.

Frei gewordener Stickstoff . . . 0,055
Sauerstoff in einer Stunde verbraucht 7,44

Wir wollen, ohne die Einzelheiten der Versuche anzugeben, einige dieser Resultate solchergestalt zusammenfassen.

| | Derselbe Hund | Derselbe Hund | Andrer Hund | Kaninchen | Huhn |
|---|---|---|---|---|---|
| Verbraucht. Sauerstoff | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Sauerstoff in der Kohlensäure | 74,987 | 74,677 | 73,986 | 91,613 | 91,295 |
| Sauerstoff auf andere Weise | 25,013 | 25,323 | 26,014 | 8,387 | 8,705 |
| Freigewordner Stickstoff | 0,342 | 0,693 | 0,311 | 0,495 | 0,464 |
| Sauerstoff in einer Stunde | 8,196 | 6,893 | 6,315 | 2,720 | 1,36 |

Bei diesen Versuchen wurde die Temperatur der Luft gleichmäßig gehalten; war sie verschieden, so hatte das auf das Athmen einen großen Einfluß. In einer Atmosphäre viel reicher an Sauerstoff, veränderte sich die Menge des Sauerstoffs, der Kohlensäure und des Stickstoffs nicht; selbst in reinem Sauerstoff war das Verhältniß noch ungefähr dasselbe, wie auch in einer Atmosphäre von 79 Wasserstoff und 21 Sauerstoff.

Marchand hat die Resultate von Regnault und Reiset über den ausgeathmeten Stickstoff bestätigt*). Seine Resultate waren für Murmelthiere die folgenden:

Für 100 Theile Kohlenstoff, die sie als Kohlensäure ausathmen, nehmen sie 270 Theile Sauerstoff auf; also auf 100 Vol. Kohlensäure 109 Vol. Sauerstoff, während sie dabei 0,94 Vol. Stickstoff geben, oder 0,86 Stickstoff auf 100 Sauerstoff.

*) Journ. f. pr. Chem. Bd. 44, S. 1.

Eine Taube gab für 100 Vol. Sauerstoff die sie einathmete, 0,74 Vol. Stickstoff.

Ueberdies wird nach Marchand noch Stickstoff beim Athmen in Form von Ammoniak ausgetrieben.

Auch hier ist, wie bei den Versuchen von Regnault und Reiset, keine Rechenschaft gegeben über den Antheil, welchen die Haut an der Entwickelung von Kohlensäure oder Stickstoff hat, welches wahrlich bei Thieren, vor allen bei kleinen Thieren, sehr möglich ist.

Aus diesen Untersuchungen, die wir als die besten mittheilten, folgt also bei einem Blick auf die Menge der austretenden Kohlensäure und des eintretenden Sauerstoffs beim Athmen.

1. Beim Menschen und bei allen bis heute untersuchten Thieren wird mehr Sauerstoff beim Athmen aufgenommen, als an Kohlensäure zurückgegeben wird; der Ueberschuß wird also zu andern Zwecken im Körper verbraucht.

2. Die Menge Sauerstoff, die mehr als zur Kohlensäurebildung verbraucht wird, ist verschieden bei verschiedenen Thieren und wahrscheinlich auch bei demselben Thier unter verschiedenen Umständen. Bei dem Kaninchen — einem von Pflanzen lebenden — ist sie viermal kleiner als beim Hund — einem Fleisch fressenden.

3. Die Menge Kohlensäure, die beim Athmen gebildet wird, ist bei verschiedenen Thieren ansehnlich verschieden — welches schon lange bekannt ist; — sie ist auch verschieden bei demselben Thiere unter verschiedenen Umständen, wovon für den Menschen einiges angedeutet ist. Ein Paar von diesen Umständen wollen wir näher besprechen.

Den Einfluß der Temperatur auf die Menge der beim Athmen ausgestoßenen Kohlensäure, ist in sehr verschiedenem Sinne aufgefaßt. Einige glauben, daß die Luft, die in der Kälte so viel mehr condensirt ist, als in der Wärme, eine größere Zufuhr von Sauerstoff zum Blut verursacht, wodurch

ein stärkerer Verbrauch von Nahrung hervorgerufen wird. Aber solche Meinungen kommen nur in wenigen Köpfen auf, da doch ein jeder wissen kann und die Physiologie dies auch überflüssig lehrt, daß die kalte Luft beim Einathmen erwärmt wird und die Temperatur der Lungen im Winter nicht niedriger ist, als im Sommer. Im Winter findet eine Erhöhung der Thätigkeit in der Haut und dadurch in einem ansehnlichen Theil des Capillarsystems statt; im Winter herrscht Spannung in der Haut und treibt unsre Thätigkeit zu solch einer Kraftanspannung, daß die Kälte uns nicht unangenehm ist, während im Gegentheil des Sommers unsere Haut schlaff und kraftlos ist, dadurch der ganze Organismus, besonders die Speiseröhre in der Thätigkeit verringert wird und also die Blutbildung, was so genannt wird, verlangsamt und in Gefolge davon alle Verrichtungen und auch zugleich die Respiration in ihrer Arbeit vermindert werden. Solche Wirkungen sind zusammengesetzt und das Resultat von einem Zusammentreffen vieler Umstände; die kalte Luft in den Lungen gehört durchaus nicht zu den Ursachen.

In Bezug auf die Frage, ob Kälte die Menge der Kohlensäure beim Ausathmen vergrößert oder verkleinert, sind die Untersucher nicht einig. Nach Marchand (S. 1145) wird bei Fröschen durch die Kälte die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs und die damit in Verbindung stehende Menge der ausgeathmeten Kohlensäure kleiner. Bei Fröschen mag dieses so sein, wie auch bei andern Thieren, bei vielen anderen ist es umgekehrt, beim Menschen sicher umgekehrt.

Versuche von Letelier *) mit Turteltauben und anderen Vögeln, auch mit Mäusen und anderen Thieren angestellt, lehren in Bezug auf den Einfluß der Temperatur auf das Athmen Folgendes. Die Temperaturen, die höher sind, als

*) Annales de Ch. et de Phys. Tom. 13. pg. 478.

die eigene des Thiers, verursachen sehr rasch den Tod, z. B. von 40°—43° sah er Thiere, die dem Versuche unterworfen wurden, sterben. Zwischen 0° und 30° bestand schon die größte Verschiedenheit in der Menge ausgeathmeter Kohlensäure; bei 0° ist die Menge der Kohlensäure das Doppelte von der bei 30°. Bei den mittleren Temperaturen ist die Menge eine mittlere; die Kälte bringt also nach diesen Versuchen eine viel größere Menge Kohlensäure zum Vorschein. Es war einerlei, welche Thierart zu diesen Versuchen genommen wurde, alle gaben die genannten allgemeinen Resultate, aber die kleineren brachten in derselben Zeit eine größere Menge Kohlensäure zum Vorschein, als größere Individuen, alle inzwischen im ausgewachsenen Zustande, so daß nach dieser Regel, die auch schon früher in der Wissenschaft aufgenommen war, der Stoffwechsel bei den Thieren um so bedeutender erscheint, je beträchtlicher ihre Kleinheit ist. Schade ist, daß Letellier allein die ausgeathmete Kohlensäure aufgezeichnet hat und nicht, so wie Marchand, Regnault und Reiset, zugleich die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs angemerkt hat, woraus dann bei den von Letellier benutzten Thieren, auch der Sauerstoffverbrauch zu andern Zwecken, als zur Kohlensäurebildung, bekannt geworden wäre.

Hier sind einige seiner Resultate in Bezug auf die Menge Kohlensäure, in einer Stunde ausgeathmet durch ein Thier der folgenden Art:

| | Bei 0° | Bei 15° bis 20° | Bei 30° bis 40° |
|---|---|---|---|
| Zeisig . . . | 0,325 | 0,250 | 0,129, |
| Turteltaube . | 0,974 | 9,684 | 0,366, |
| Maus . . . | 0,531 | 0,498 | 0,268, |
| Murmelthier . | 3,006 | 2,080 | 1,453. |

Hierdurch wird ungefähr das mittlere Resultat von Letelliers Analysen ausgedrückt.

In Bezug auf die Transpiration durch die Haut und

die Lungen giebt Letellier viele Untersuchungen an, woraus zu folgen scheint, daß sie zuerst bei den Versuchen abnimmt, so wie es in trockner Luft zu erwarten ist, aber daß sie darnach constant wird, für gleiche auf einander folgende Zeiten. Auch dieses ist erklärlich. Es ist eine verdünnte Auflösung von Salzen und organischen Stoffen im Körper vorhanden; der Ueberschuß der Flüssigkeit verdampft erst und in derselben Zeit ist die Verdampfung erst stark und nimmt ab, sowie bei einer mittlerweile mehr concentrirten Flüssigkeit die Verdampfung gleichen Schritt hält mit der Ursache der Verdampfung, das heißt, mit dem Strom von trockner Luft der über das Thier geführt wird.

Sowohl in den Versuchen von Letellier, als in den von Marchand ist der Fehler begangen, den Versuch mit den Thieren in trockener Luft anzustellen. Warum wurde die von Kohlensäure und Wasser erst befreite Luft nicht durch Wasser streichen gelassen und so auf eine und dieselbe Weise Wasserdampf enthaltende Luft mit den Thieren in Berührung gebracht? Von der Ausdünstung der Lungen kann man durch diese Versuche doch keinen Aufschluß bekommen, da die von der Haut sich darunter mengt.

Das Verhältniß welches man früher zwischen der Menge der ausgeathmeten Kohlensäure und der Menge des eingeathmeten Sauerstoffs gefunden zu haben glaubte, ist kein beständiges, sondern ein veränderliches, wie Marchand, Scharling, Regnault und Reiset gelehrt haben.

Das Verhältniß hängt von der Art der verbrauchten Nahrung ab und steht überdies im Zusammenhang mit verschiedenen Umständen, unter welchen sich der Organismus befindet. Es ist unmöglich vollständige Rechenschaft davon abzulegen; nur in Beispielen kann dieses deutlich werden. — Da Protein $C_{36}H_{68}N_{3}O_{10}$ bei der Respiration in Kohlensäure, Wasser und Stickstoff zersetzt werden kann, sowohl indem Margarinsäure $C_{34}H_{68}O_{4}$, oder auch Zucker $C_{12}H_{28}O_{14}$ in Koh-

ensäure und Wasser zersetzt werden, dann wird folgende Verschiedenheit stattfinden *).

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Protein . . | $+ 87$ Aeq. | $O$ | $= 36\, CO_2$ | $+ 8 N +$ | 25 Aeq. |
| Margarinsäure | $+ 98$ » | $O$ | $= 34\, CO_2$ | $+$ | 34 » |
| Zucker . . | $+ 24$ » | $O$ | $= 12\, CO_2$ | $+$ | 14 » |

Beim Protein werden 87 Vol. Sauerstoff aufgenommen und es kommen nur $72 + 8 = 80$ an Kohlensäure und Stickstoff zurück, während 7 Vol. verschwinden.

Bei der Margarinsäure werden 98 Vol. Sauerstoff aufgenommen und es kommen nur 68 Sauerstoff als Kohlensäure zurück, während 30 Vol. verschwinden.

Beim Zucker werden 24 Vol. Sauerstoff aufgenommen und es kommen 24 Sauerstoff als Kohlensäure zurück, während nichts verschwindet.

Diese Beispiele sind von hinlänglicher Wichtigkeit, um noch länger bei ihnen still zu stehen. — Könnte ein Thier ausschließlich leben von Amylum, Gummi, Zucker, von Stoffen, die $C$ und $H_2O$ enthalten, dann würde — da keine Stickstoff haltende Stoffe beim Athmen zersetzt werden — eben so viele Kohlensäure ausgetrieben werden, als Sauerstoff aufgenommen wird.

Lebte ein Thier ausschließlich von Fetten, dann müßte sehr viel mehr Sauerstoff aufgenommen werden, als an Kohlensäure zurückgegeben wird. Würden die Stickstoff haltenden Stoffe ganz zerstört, dann müßte wiederum Sauerstoff verschwinden; das leimgebende Gewebe soll dieses noch näher erläutern. $C_{13}H_{20}N_4O_5 + O_{31}$ geben in Volumen 26 Vol. Sauerstoff in der Kohlensäure $+ 4$ Vol. Stickstoff $= 30$ Vol.; es verschwindet also nur 1 Vol. von den 31.

Ich behaupte hier nicht, daß diese Körper auf solche

---

*) Der Sauerstoff verändert nicht sein Volumen bei der Umwandlung in Kohlensäure. In 2 Volumen Sauerstoff wird ein Volumen Kohlengas aufgenommen und 3 Volumen zu 2 Volumen verdichtet.

Weise zersetzt werden, sondern ich will nur das Endresultat serläutern.

Das allgemeine Resultat ist dann dieses. Bei Zersetzung des Amylums, Gummis und Zuckers durch das Athmen verschwindet kein Sauerstoff; bei Stickstoff haltenden Stoffen verschwindet wenig Sauerstoff, bei Fetten sehr viel.

Wenn wir nun die Versuche von Regnault und Reiset ansehen und wir finden bei Hunden ein Verschwinden von 1/4 der ganzen Menge des eingeathmeten Sauerstoffs, bei Freiwerden von 0,3 bis 0,7 % Stickstoff (dem Gewichte nach) von der eingeathmeten Menge Sauerstoff, können wir dann den Schluß daraus ziehen, daß die Hunde viel Fett verbraucht haben?

Solch ein Schluß würde thöricht sein; es würde ein Zeichen sein, daß wir die Galle und den Urin, den Darmschleim und was sonst noch in dem Körper gebildet und als organische Verbindungen auf andern Wegen aus dem Körper geführt wird, nicht berücksichtigten.

Ein Beispiel soll dies noch deutlicher machen. Stärke, Gummi und Zucker können im thierischen Organismus Fette bilden (S. 268); Fette können Galle geben (S. 995). Die harzartigen Zersetzungs-Producte der Galle kehren nicht wieder zum Blute zurück. — Wird nun Zucker genossen und dieser in Fett und das Fett in Galle umgewandelt, so wird zuerst dem Zucker von andern Körpern viel Sauerstoff zur Verfügung gestellt. Nehmen wir Traubenzucker und Fellinsäure $C_{12}H_{28}O_{14}$ und $C_{50}H_{80}O_{10}$,

z. B $5 \times C_{12}H_{28}O_{14} = C_{60}H_{140}O_{70}$

$$
\begin{array}{lll}
C_{50} & H_{80} & O_{10} \\
\hline
C_{10} & H_{60} & O_{60} \\
 & H_{60} & O_{30} \\
\hline
C_{10} & & O_{30} \\
C_{10} & & O_{20} \\
\hline
 & & O_{10}.
\end{array}
$$

Diese 10 Aeq. Sauerstoff sind im Organismus zur Oxydation zur Verfügung, ohne daß irgend etwas Sauerstoff durchs Athmen herbeigeführt wird. Es kann vom Zucker Kohlensäure durch das Ausathmen ausgetrieben werden, ohne Aufsaugung von Sauerstoff und es bleibt noch freier Sauerstoff nach der Gallenbildung über.

Dieses Beispiel mag zeigen, daß wir jetzt, eben so wenig als in späterer Zeit, im Stande sein werden, mit Genauigkeit zu wissen, welche Stoffe der Nahrungsmittel den Sauerstoff beim Athmen verbrauchen. Dieses Beispiel zeigt ferner hinlänglich, daß ein constantes Verhältniß zwischen aufgenommenem Sauerstoff und ausgeathmeter Kohlensäure und Stickstoff von sehr vielen Umständen abhängt, dessen Kenntniß noch ganz im Dunkeln liegt; endlich, daß die Ein- und Ausgangslehre mit der physiologischen Chemie selten etwas gemein hat.

### Freiwerden von Stickstoff beim Ausathmen.

Es ist erst den letzten Untersuchungen geglückt, zu entdecken, daß in der Regel Stickstoff beim Ausathmen frei gemacht wird. Bei den ersten Untersuchungen konnte dies, wegen der Art der angewandten Methode, nicht an's Licht treten. Davy und andere haben selbst eine Aufnahme von Stickstoff beim Athmen wahrzunehmen geglaubt und nach von Humboldt und Provençal lebten die Fische mit vom Stickstoff der Luft, die im Wasser aufgelöst ist; während Lavoisier keine Veränderung in der Menge des Stickstoffs in der ausgeathmeten Luft gefunden hat. Zuerst haben Regnault und Marchand diesen Punkt außer Zweifel gestellt und Marchand hat es bestätigt. Ich habe die Resultate bereits oben, S. 1152, angegeben, woraus hervorleuchtet, daß sicher wohl eine kleine Menge — ungefähr ½ % vom verbrauchten Sauerstoff — Stickstoff ausgestoßen wird, da in jedem Falle Stickstoff als Gas beim Ausathmen zum Vor-

schein kommt. Die von Marchand angegebenen Mengen sind etwas größer, als die von Regnault und Reiset (siehe S. 1153.) Aus Versuchen von Dulong und Despretz war es schon wahrscheinlich gemacht und durch Versuche von Valentin und Brunner — die jedoch falsch berechnet sind — noch näher gelegt, daß Stickstoff beim Athmen frei wird; sie vernachlässigten jedoch die kleine Veränderung in der Menge des Stickstoffs, die sie hiebei fanden, da sie ihnen zu klein schien um in Rechnung gebracht zu werden. Was Valentin und Brunner davon zu finden meinten, fällt indessen fast vollkommen mit dem von Regnault und Reiset gefundenen überein, namentlich daß im Mittel 0,402 % in Volumen an Stickstoff ausgetrieben wird, wenn die Menge des aufgenommenen Sauerstoffs gleich 100 gesetzt wird.

Daß jedoch in der Regel kein Stickstoff aus der Atmosphäre beim Athmen der Thiere aufgenommen und in der thierischen Haushaltung verbraucht wird, ist gegenwärtig allgemein bekannt. Regnault und Reiset sahen bei der Verhungerung Stickstoff aus der Atmosphäre aufgenommen werden, eine Erscheinung, die wirklich von Wichtigkeit wäre.

Für Thiere, die ausschließlich von Pflanzennahrung leben, hat Boussingault *) diese Frage noch näher durch Versuche beantwortet, die er mit einer Kuh und einem Pferde anstellte. Sie wurden einen Monat vor dem Versuche mit der Nahrung gefüttert, welche sie während des Versuches nehmen sollten, und die Versuche selbst drei Tage fortgesetzt. Vor und nach dem Versuche wurden die Thiere gewogen und ihr Gewicht unverändert gefunden. Auch das Futter und der Trank wurden gewogen und kleine Mengen derselben analysirt; beim Wasser die darin aufgelösten Salze bestimmt, beim Futter CHN und O und die unverbrennbaren Bestandtheile.

---

*) Ann. de Ch. et de Phys. Tom. 61. pg. 113.

Dadurch konnte er finden, wie viel von jedem Grundstoff das Thier in der gegebenen Zeit zu sich nahm. Da nun auch der Urin, die Faeces (die Milch), die sie von sich gaben, gewogen und analysirt wurden, sowohl auf CHN und Ogehalt, oder auf Wasser und anorganische Bestandtheile, so konnte er, bei der Voraussetzung, daß kein Stickstoff beim Athmen aus der Luft aufgenommen wird, bestimmen, ob aller dem Thiere in der Nahrung zugeführter Stickstoff verbraucht und hinreichend war, um demselben den nöthigen zu liefern. Der Versuch mit der Kuh lehrte, daß in 24 Stunden 27 Grammen Stickstoff mehr in der Nahrung dem Thiere geboten, als in den Excreten wieder gefunden wurden, welche also durch das Athmen und die Haut ausgetrieben sein mußten. Von der Menge Wasserstoff die in den Excreten nicht wieder gefunden wurden, waren 19,8 Grammen mehr verschwunden, als mit dem Sauerstoff Wasser bilden konnten, von denen Boussingault glaubt, daß sie beim Athmen zu Wasser oxydirt und als solches aus den Lungen verdunstet seien. Endlich waren in der Nahrung 2211,8 Grammen Kohlenstoff mehr gewesen, als sich in den Excreten wieder fanden, die ebenfalls in den Lungen oxydirt sein mußten. Hiervon ausgehend, hat die Kuh in 24 Stunden 4052 Liter Kohlensäure ausgeathmet und dazu den Sauerstoff aus 19 Kubikmeter Luft verbraucht. Damit waren zugleich 33 Liter Wasser durch die Lungen und die Haut verdampft.

Bei dem Pferde hatte die Nahrung in 24 Stunden 24 Grammen Stickstoff mehr enthalten, als in den Excreten wieder gefunden wurden. 23 Gr. Wasserstoff waren zugleich in den Excreten nicht wieder zu finden und ebenfalls 2465 Gr. Kohlenstoff nicht. Folglich hatte das Pferd 4584 Liter Kohlensäure in 24 Stunden ausgeathmet. In derselben Zeit waren durch die Lungen und die Haut 56¼ Liter Wasser verdampft.

So wichtig diese Resultate sind, so liefern sie doch nur

einen indirecten Beweis für die Nichtaufnahme des Stickstoffs aus der Atmosphäre beim Athmen, und also einen solchen, woraus der directe Schluß, daß keine Aufnahme stattfindet, nicht gezogen werden kann. Es könnte doch immer sehr gut Stickstoff beim Athmen aufgenommen, und in dem Körper gebunden und verbraucht werden können, und nichts desto weniger mehr Stickstoff im verbundenen Zustande durch die Lungen und die Haut ausgetrieben werden, als beim Einathmen aufgenommen wurde. — Ich halte dies nicht für wahrscheinlich, aber erinnere nur daran, daß Boussingault's Versuch, so wie der früher von Regnault und Reiset angegebene, in Bezug auf das Aufgenommen- oder Nichtaufgenommenwerden des Stickstoffs der Luft beim Athmen, Nichts lehren. Die Möglichkeit bleibt, daß der Stickstoff im arteriellen System aus der Atmosphäre gebunden wird und in dem venösen mehr Stickstoff, als gebunden ist, freigemacht wird; oder umgekehrt, daß da weniger frei gemacht als gebunden wird.

Wie sehr auch diese Anmerkung für die letzteren Versuche von Boussingault *) Geltung hat, so verdienen diese doch Erwähnung, um so mehr, da, in Rücksicht auf die Speisen und Excremente, auch hier die Kohlensäure gewogen ist, welche in einer bestimmten Zeit durch das Athmen in Freiheit gesetzt ist. Die Versuche sind mit einer Turteltaube angestellt und zum Fressen wurde dem Thiere Hirse gegeben. Das Thier war vollgefüttert und die Menge des Essens und der Excremente, so wie das Thier, vor und nach dem Versuch gewogen. In 5 Tagen aß es 76,64 Gr. Hirse und gab 37,30 Gr. feuchte Excremente von sich; das Gewicht des Thieres war zu Anfang des Versuchs 187,90 Gr., am Ende des 5. Tages 186,27 Gr. Die Excremente und Speisen bestanden aus:

---

*) Ann. de Chem. et de Phys. Août 1844 pg. 433.

| Hirse | | Excremente | |
|---|---|---|---|
| C | 46,07 | C | 39,65 |
| H | 6,29 | H | 5,11 |
| N | 3,30 | N | 9,24 |
| O | 41,76 | O | 34,20 |
| Asche | 2,58 | Asche | 11,80. |

Ein Versuch, sieben Tage fortgesetzt, gab ungefähr dasselbe Resultat, welches, vereinigt mit dem von 5 Tagen, darin übereinkam, daß eine Turteltaube, welche 187 Gr. wiegt, in 24 Stunden 5,1 C. ausathmet, also 18,7 Gr. Kohlensäure ausstößt und 0,16 Gr. Stickstoff verliert, oder in Volumen 9,441 Liter Kohlensäure und 0,126 Liter Stickstoff, das ist ungefähr $\frac{1}{80}$ Stickstoff von der ausgeathmeten Kohlensäure. Der in den Excrementen nicht wieder gefundene Wasserstoff von den Nahrungsmitteln war 0,71 Gr. und der Sauerstoff 4,69 Gr in 24 Stunden, woraus also folgt, daß mehr Wasserstoff als Sauerstoff verbraucht ist. Boussingault nimmt mit den Meisten an, daß dieser Wasserstoff ausschließlich gebraucht wird, um Wasser zu bilden, daß dieser Wasserstoff durch den Sauerstoff der Luft zu Wasser oxydirt wird und wohl in 24 Stunden 0,07 Gr. Wasserstoff; aber die Wasserbildung, so gewiß sie auch am Ende des Stoffwechsels im Organismus vor sich gehen mag, geschieht in keinem Falle nach der Verbrennungslehre.

Die Menge Kohlenstoff 5,1 Gr. und die Menge Wasserstoff 0,07 Gr., die in 24 Stunden durch eine Turteltaube verbrannt werden — die Oxydationserscheinung in den Lungen ferner mit Verbrennung vergleichend — findet Boussingault hinlänglich, um, die Verdampfung des gebrauchten Wassers = 3,36 Gr. in 24 Stunden mit in Rechnung gebracht — an die Masse des Thiers in 24 Stunden eine Temperatur von 41° bis 42° mitzutheilen, während es in einer

Atmosphäre von 8° bis 10° frei athmete. Hievon soll daher die Wärme des Thieres ganz und gar geliefert sein*).

*) Die Gegenprobe — wobei allein die Kohlensäure bestimmt ist, wurde so angestellt, daß die Taube unter eine Glocke in einen Strom von atmosphärischer Luft gebracht und die Kohlensäure, welche das Thier ausathmete, gewogen wurde, sie war die folgende. Hier that sich ein merklicher Unterschied zwischen Tag und Nacht kund, so daß des Nachts viel weniger Kohlensäure ausgeathmet wurde. — Für eine Stunde gaben die Resultate der mit den Speisen und Excrementen angestellten Analysen und für die ausgeathmete Kohlensäure:

| Verbrauchter Kohlenstoff nach den Nahrungsmitteln und Excrementen Gr. | | Dito nach der ausgeathmeten Kohlensäure Gr. |
|---|---|---|
| 0,211 | Tags | 0,258 |
| | Nachts | 0,162 |
| | Mittel | 0,198 |

Die Menge 0,211 und 0,198 stimmen nicht überein, aber Boussingault ist von der Voraussetzung ausgegangen, daß die Taube 12 Stunden in den 24 schlief. Die Uebereinstimmung ist also nur annähernd; viel kann sie von der Wahrheit nicht verschieden sein.

Ein anderer Versuch von Boussingault verdient ferner noch angeführt zu werden. Er entzog der Taube die Nahrung, wog sie und bestimmte die Menge Kohlensäure, die sie während der Abnahme des Gewichts verlor. In 7 Tagen hatte sie 53,9 Gr. verloren und also 7,7 Gr. per Tag. Die Menge Kohlensäure, in einer Stunde ausgeathmet, verminderte sich von 0,213 Gr. auf 0,072. Sobald der Taube wieder Gerste gegeben wurde, war sie den dritten Tag schon wieder von 132,9 Gr. auf 168,8 Gr. gestiegen und blieb drei Tage lang auf demselben Gewicht stehen; den siebenten Tag war das Thier noch mager, übrigens von dem Versuche hergestellt. Es hatte nicht mehr als $^2/_3$ an Gewicht von dem zugenommen, was es während des Versuchs verloren hatte. Boussingault erklärt dies so, daß, da in der Gerste nur 3 % Fett ist, und das Thier in 7 Tagen nur 165 Gr. Gerste gegessen hatte, es in dieser Zeit nur 5 Grammen Fett hätte bekommen können. Dieses steht in Verbindung mit der Meinung von Boussingault, daß das Fett als solches in der Nahrung der Thiere vorhanden sein muß; aber eine viel natürlichere Erklärung ist die, daß die Taube krank von dem Hungerleiden geworden war und die Verrichtungen des Organismus dadurch so viel gelitten hatten, daß die Ernährung binnen 7 Tagen nicht hergestellt werden konnte.

Boussingault aber, diese Versuche in Verbindung bringend mit dem was Chossat über Verhungern gelehrt hat, daß die Temperatur der aushungernden Tauben nicht sehr abnimmt, nämlich;

| | Mittags | Mitternachts |
|---|---|---|
| Im natürlichen Zustande | 42,22° | 41,48° |
| Ausgehungert „ | 41,70° | 38,42° |

glaubt annehmen zu müssen, daß dieses Nichts gegen die Meinung beweist, daß die thierische Wärme von der in der Lunge gebildeten Kohlensäure und dem Wasser stammt. Der Unterschied ist jedoch groß. Eine ausgehungerte Taube verbrauchte wie es heißt

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | C | 2,41 | H | 0,26 |
| Eine gefütterte | C | 5,10 | H | 0,12 |

## Die Menge Wasser, die durch die ausgeathmete Luft mitgeführt wird.

Sie ist keine constante und damit keine solche, daß man sagen könnte, die Luft sei mit Wasser gesättigt. Lavoisier nahm eine solche Sättigung an und Valentin hat sie später bestätigt, obgleich er selbst Versuche anführt, woraus das Gegentheil abzuleiten ist*). Man hat nach Valentins Vorgang eine Zeit lang allgemein die Sättigung der ausgeathmeten Luft mit Wasserdampf angenommen. Moleschott hat darüber einige Versuche ins Werk gesetzt**), woraus zu sehen ist, daß die Temperatur der Mundhöhle beim Menschen gleich 37° C. angenommen werden kann, und daß bei dieser Temperatur die Luft beinahe immer mehr Wasserdampf enthalten kann als die ausgeathmete Luft enthält, daß also die ausgeathmete Luft selbst nicht mit Wasserdampf gesättigt ist, sondern verschieden mit gesättigter Luft versetzt ist, die bisweilen bis zur Hälfte von dem Wasserdampf betragen kann, der in der Luft enthalten sein kann bis zur Sättigung hingerechnet;

Er giebt einige Beispiele, woraus seine Resultate deutlicher werden. In derselben Menge der ausgeathmeten Luft fand er bei verschiedenen Versuchen Folgendes, während mit Wasser gesättigte Luft, in derselben Menge genommen, enthalten muß:

| Gefunden | Gesättigte | Unterschied |
|---|---|---|
| 0,054 | 0,074 | 0,020 |

Für die erste Menge werden 11,20 Sauerstoff, für die letzte 19,79 Sauerstoff gefordert. Der Unterschied ist also ansehnlich und läßt sich mit Boussingault nicht aus der verminderten Transpiration beim Aushungern, nicht von der verminderten Masse des Thiers, nicht von der kleinern Menge der Excremente, die weniger Wärme aus den Körper führen, als im normalen Zustande, erklären.

Die Lehre von der thierischen Wärme liegt nicht in unserem Bereich. Thäte sie es, so würden wir nicht im Stande sein zu erklären, daß die Verbrennungstheorie darüber befriedigende Auskunft giebt.

*) Physiologie §. 421.

**) Holländische Beiträge 1846 S. 86.

| Gefunden | Gesättigte | Unterschied |
|---|---|---|
| 0,061 | 0,068 | 0,008 |
| 0,050 | 0,054 | 0,004 |
| 0,040 | 0,040 | 0,000 |
| 0,040 | 0,054 | 0,014 |
| 0,057 | 0,042 | 0,015 |
| 0,027 | 0,052 | 0,025 |

Dieses ist bis jetzt das Einzige, was wir über die Menge des Wassers in der ausgeathmeten Luft wissen. Daß die Luft nicht mit Wasserdampf gesättigt sein kann, mag schon daraus abgeleitet werden, daß der Organismus mit einer wässrigen Auflösung von festen Stoffen durchdrungen ist, nicht mit Wasser. Die Spannung des Wasserdampfes des Blutserums z. B. ist der des Wassers nicht gleich, wie die Spannung des Wasserdampfes der Salzauflösungen nicht der des reinen Wassers gleich ist. Eine Sättigung der ausgeathmeten Luft mit Wasserdampf kann nur dann möglich sein, wenn die Luft bei 37,6$^0$ über reines Wasser geleitet wird.

## Ausathmung von anderen flüchtigen Stoffen.

So allgemein es bekannt ist, daß beim Ausathmen flüchtige organische Körper nach außen geführt werden, so unbekannt sind wir noch in Bezug auf die Art dieser Stoffe. Wir wissen auf welche Weise der Athem vieler Menschen und Thiere Gerüche von sich giebt, die zum Theil gegenwärtig flüchtigen Blutbestandtheilen zugeschrieben werden müssen, durch das Wasser, das aus den Lungen getrieben wird, mitgeführt. Wir wissen wie die ausgeathmete Luft im Stande ist das Verfaulen vieler Stoffe zu befördern, wie beim Typhus und andern Krankheiten besonders durch Aufnahme der ausgeathmeten Luft Ansteckung entstehen kann. Wissentschaftliche Eigenthümlichkeiten kennen wir von dieser ausgeathmeten Luft durchaus noch nicht. Marchand hat Am-

moniak darin angezeigt und man kann sich von der Anwesenheit desselben leicht überzeugen. Man athme nur einige Zeit durch verdünnte Salzsäure aus und übersättige diese mit Kali. Es entwickelt sich Ammoniak, das auf bekannte Weise nachgewiesen wird.

Die Schnelligkeit und die Masse, in welcher viele flüchtige Stoffe, wie Fuselöl, Spirituosa, Campher u. s. w. aus dem Blute verdampfen, beweisen die Möglichkeit der Verdampfung dieser Stoffe aus dem Blute durch die austretende Kohlensäure und das verdampfende Wasser und also auch die Anwesenheit dieser Stoffe in dem Blut. — Alkoholdämpfe werden auch im reichlichen Maaße aus dem Blute durch die Lungen entfernt.

In den Luftwegen, besonders bei alten Leuten, wird dann und wann ein schwarzer pulverförmiger Stoff abgesetzt, der fuligo respirationis genannt ist. Man hat ihn für Kohle gehalten, aber da keine Versuche damit angestellt waren, legten viele mit Recht keinen Werth auf diese Meinung. Melsens *) hat die Stoffe näher untersucht, und in der That die Meinung, daß es Kohle sei, unterstützt. Die Stoffe wurden möglichst gereinigt und gaben bei der Analyse verschiedene Resultate. Einmal 96,61 % C., ein andermal 89 % und 70 % Wasserstoff und Stickstoff kamen stets darin vor. Nehmen wir den höchsten Gehalt an Kohlenstoff, 96,61, dann wird man in der That zu der Meinung verführt, daß es Kohle ist, die noch einige organische Stoffe zurückgehalten hat. Viele Reactionen kamen auch mit der von Kohle überein. — Die organischen Stoffe, die damit gemengt sein müssen, die deshalb dann und wann den Kohlenstoffgehalt herunter drücken müssen, sind Schleim der Luftwege, Speichel und Epitheliumzellen, u. s. w.

Mit vollkommener Sicherheit ist es noch nicht ausgemacht,

---

*) Comptes Rendus. Tom. 19 p. 1292 u. Guilloz ibid. pg. 1291.

welchen Theil die Haut an dem Aufnehmen und Ausgeben von Gasen nimmt. Man nimmt jetzt an, daß bei dem Menschen und übrigen Säugethieren, die Haut nicht merklich daran Theil nimmt; eben so bei den Vögeln; aber bei den Reptilien scheint dies im Gegentheil statt zu finden; bei allen Thieren, die durch Tracheen Luft aufnehmen. Regnault und Reiset sahen viele Tage Frösche, denen die Lungen, ausgenommen, Sauerstoff aufnehmen und Kohlensäure ausgeben.

Marchand hat bewiesen, daß, außer anderen Stoffen durch die Haut eben so wohl als durch die Lungen Ammoniak ausdunstet. — Uebrigens ist es bekannt, daß durch die Haut Wasser und mit dem Wasser andere Stoffe ausschwitzen, daß dieses aber bei verschiedenen Thieren sehr verschieden ist. Unsere Kenntniß hierüber ist noch sehr unvollkommen. (Siehe oben die Versuche von Scharling).

## Veränderung des Bluts beim Athmen, Gase im Blute aufgelöst.

Die Fragen, ob der Sauerstoff und Stickstoff im arteriellen Blute als Gase aufgenommen sind, ob die Kohlensäure als Gas im venösen Blute anwesend ist und ob von diesen drei Gasen in beiden Blutsorten eine gewisse Menge angetroffen wird, sind von Davy, Mitscherlich, Van Enschut, Tiedemann und Gmelin, von Magnus, Marchand und Andern behandelt worden. Diese Fragen hängen mit einem sehr wichtigen Theil unserer Kenntniß des Athmungsprocesses zusammen, ja, mit der ganzen Lehre vom Stoffwechsel.

Um die Frage ohne Vorurtheil zu behandeln, ist es nöthig die Facta aufzuzeichnen, die als die besten darüber in der Wissenschaft aufgezeichnet sind. Vor allen kommen die Versuche von Magnus in Betracht, der diese Sache sehr aus-

Magnus *) hat die Menge Kohlensäure Sauerstoff und Stickstoff bestimmt die in den verschiedenen Blutarten als Gas aufgelöst sind. Er fand folgende:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Arterienblut eines Pferdes, | 125 C. C. | gaben | 9,8 Gas | 5,4 $CO_2$ | 1,9 O | 2,5 N |
| Venenblut desselben Pferdes, | 205 | » » | 12,2 » | 8,8 $CO_2$ | 2,3 O | 1,1 N |
| Dasselbe Blut » | 195 | » » | 14,2 » | 10,0 $CO_2$ | 2,5 O | 1,7 N |
| Arterienblut eines Pferdes, | 130 | » » | 16,3 » | 10,7 $CO_2$ | 4,1 O | 1,5 N |
| Dasselbe Blut » | 122 | » » | 10,2 » | 7,0 $CO_2$ | 2,2 O | 1,0 N |
| Venenblut von dems. Pferde | 170 | » » | 18,9 » | 12,4 $CO_2$ | 2,5 O | 4,0 N |
| Arterienblut eines Kalbes | 123 | » » | 14,5 » | 9,4 $CO_2$ | 3,5 O | 1,6 N |
| Dasselbe Blut » | 108 | » » | 12,6 » | 7,0 $CO_2$ | 3,0 O | 2,6 N |
| Venenblut von dems. Kalbe | 163 | » » | 13,5 » | 10,2 $CO_2$ | 1,8 O | 1,5 N |
| Dasselbe Blut | 140 | » » | 7,7 » | 6,1 $CO_2$ | 1,0 O | 0,6 N. |

Wenn wir diese Resultate neben einander stellen, finden wir, daß Blut, arterielles und venöses, ungefähr 10 bis 12%

*) Poggend. Ann. Bd. 66.

dem Maaße nach an Gasen aufnimmt; nämlich 1471 C. C. geben 129,7; ferner sehen wir, daß:

C. C. 608 arterielles Blut enthalten 63,4 C. C. Gas.
» 863 venöses Blut » 66,3 » »

und daß also im arteriellen Blute mehr Gase aufgenommen sind.

Das Verhältniß der verschiedenen Gase ist:

| | | in 100 C. C. Blut. |
|---|---|---|
| C. C. 608 arterielles Blut | 39,5 $CO_2$ | 6,5 |
| | 14,7 O | 2,4 |
| | 9,2 N | 1,5 |
| C. C. 863 venöses Blut. | 47,5 $CO_2$ | 5,5 |
| | 10,1 O | 1,2 |
| | 8,7 N | 1,0. |

Aus diesen Versuchen folgt also, daß das Vermögen des arteriellen Blutes, Gase aufzunehmen, größer ist, als das des venösen Bluts, sowohl für Kohlensäure als für Stickstoff; ferner daß in dem arteriellen Blut mehr Sauerstoff vorkommt, als im venösen und im größeren Verhältniß, als die Menge der Kohlensäure oder des Stickstoffs ist

| | Arterielles | Venöses | Unterschied | Unterschied in der ganzen Menge |
|---|---|---|---|---|
| $CO_2$ | 6,5 | 5,5 | 1,0 | 1/6 |
| O | 2,4 | 1,2 | 1,2 | 1/2 |
| N | 1,5 | 1,0 | 0,5 | 1/3 |

Das auflösende Vermögen des arteriellen Bluts ist also größer, als das des venösen: für Sauerstoff 2 mal, für Stickstoff 1½ mal, für Kohlensäure 1⅕ mal, als das, was im venösen Blut an Gasen aufgenommen werden kann.

Aus diesen Angaben von Magnus, die ich vorsätzlich hergesetzt habe, um sie besser vergleichbar zu machen, folgt also, daß unmöglich aus dem als Gas in dem Blute anwesenden Sauerstoff die Wirksamkeit des Sauerstoffs als oxydirender Stoff hergeleitet werden kann; dazu ist der Unterschied zwischen der Menge Sauerstoff, der im arteriellen und venösen

Blute vorhanden ist, zu gering. — Aber noch mehr springt dieses bei der Kohlensäure in die Augen, welche im venösen Blut in geringerer Quantität, als in dem arteriellen gefunden wird. Wäre der Sauerstoff als Gas in dem arteriellen und die Kohlensäure als Gas in dem venösen Blute aufgelöst, dann müßte das arterielle viel mehr Sauerstoff, das venöse viel mehr Kohlensäure bei den Versuchen von Magnus gegeben haben.

Aus diesen Versuchen schließt Magnus, daß in den Lungen während des Athmens keine Oxydation statt findet, aber daß der aufgelöste Sauerstoff anderswo zur Oxydation angewandt wird, so wie auch nur anderswo gebildete Kohlensäure, aufgelöst im venösen Blute, durch die Lungen nach außen geführt wird. Nach seinen Versuchen wird beim Durchgange des arteriellen Bluts durch das Capillarsystems nur ein Theil Sauerstoff verbraucht, ungefähr die Hälfte von dem, welcher im arteriellen Blut vorhanden ist, die andere Hälfte bekommt das venöse Blut. Umgekehrt enthält das arterielle Blut, selbst nach dem Durchgange durch die Lungen, noch viel Kohlensäure, und wird mit der Kohlensäure des venösen Bluts in den Lungen nicht ganz ausgetrieben.

Daß Magnus mehr Kohlensäure im arteriellen Blut als im venösen fand, ist offenbar ein Fehler: Wir wollen uns hier nicht dabei aufhalten, weil in jedem Fall von ihm im arteriellen Blut freie Kohlensäure als Gas aufgelöst gefunden ist.

Während Marchand diese Resultate im Allgemeinen bestätigt hat und wir es als gegründet ansehen können, daß sowohl Sauerstoff, als Stickstoff und Kohlensäure im arteriellen und venösen Blut aufgelöst vorhanden sind, ist damit gleichwohl die Oxydation des Bluts in den Lungen nicht widerlegt, eine Oxydation, die in den Lungen beginnen kann, aber deshalb in den Lungen nicht vollendet wird; im Gegentheil, da wir einmal wissen, daß Sauerstoff als Gas in

dem Blute aufgelöst ist, ist es sicher, daß die Oxydation überall vor sich gehen kann wo Blut Sauerstoff aufgelöst hält.

Marchand *) hat dieses so zu widerlegen gesucht, daß er Sauerstoff in das Blut leitete, nachdem er vorher durch Wasserstoff und die Luftpumpe alle Kohlensäure verjagt hatte; hiedurch veränderte er das Blut in arterielles — das heißt, er gab ihm die Farbe des arteriellen Blutes.

Beim Durchleiten von Sauerstoff einige Stunden hinter einander, sah er durch dieses Gas, welches aus dem Blut trat und in Barytwasser geleitet wurde, keine Spur Kohlensäure entstehen und giebt auch einem früheren Versuch von Scherer, der Fibrin nach einigen Tagen viel Sauerstoff aufnehmen sah, nicht das Recht, einen andern Schluß daraus zu ziehen, als daß das Fibrin durch Zersetzung — z. B. Fäulniß — das Vermögen bekommen habe.

Es kann die Frage nicht sein, ob Marchand in diesem Schluß Recht hat; aber seine Versuche beweisen Nichts für das Blut in dem Gefäßsystem. Es müßte doch sehr sonderbar sein, wenn feste, zu Fasern gewordenes Fibrin sich so verhielte, wie aufgelöstes im Blute gleichmäßig vertheiltes Fibrin, wenn die Hülle der Blutkörperchen, das ganze Blut mit einem Worte, nach der Coagulation des Fibrins sich so verhielte, wie mit dem aufgelösten Fibrin. — Im ausgeleerten Blute kann man solche Erscheinungen nicht erwarten, wie in dem Blute in den Gefäßen hervorgebracht werden; das ist es, was wir schließen können, und das alleine, weil das aufgelöste Fibrin fest geworden ist.

In Beziehung auf die aus der Menge der im Blut vorhandenen Gase gezogenen Beschlüsse, daß sie — die Kohlensäure und der Stickstoff und namentlich der Sauerstoff — nur aufgelöst sein sollten, daß der Sauerstoff besonders nicht auch zum Theil chemisch gebunden werden soll, sobald er mit

*) Journ. f. pr. Chemie Bd. 35, S. 385.

dem Blut in den Lungen in Berührung kommt um die chemische Verbindung in der linken Herzkammer und den Arterien fortzusetzen — habe ich schon vor einigen Jahren *) auf Lücken aufmerksam gemacht, die an den Versuchen von Magnus und Marchand übergeblieben sind. — Man muß von der Absorption des Sauerstoffs vom venösen Blute ausgehen, dieses geschützt vor der Berührung mit Luft auffangen, mit einer gewissen Menge Sauerstoff in Berührung bringen, dann untersuchen wie viel hiervon aufgelöst wird und endlich versuchen durch ein anderes Gas den Sauerstoff wieder zu verdrängen. Nähme das Blut z. B. 12 % Vol. Sauerstoff auf und könnte man durch Kohlensäure nachher nicht wieder 12 % Vol., sondern nur z. B. 8 % austreiben, dann würden 4 % Sauerstoff vom Blute chemisch gebunden sein.

Nach dieser Methode sind noch keine Versuche ausgeführt. Und es ist in der That die Frage, was sie lehren würden. Würde man das Blut nicht auf 37,6° warm erhalten, nicht mit der innern Seite einer Arterie in Berührung bringen, dann würde jede Vergleichung mit dem, was im Gefäßsystem vorgeht, unmöglich sein, eine Vergleichung, die darum alleine schon unvollkommen ist, weil beim entleerten Blute das Fibrin fest wird und dieses ohne Frage zu den zuerst oxydirt werdenden Stoffen des Bluts gehört.

Aber wenn es schon für unmöglich gehalten werden kann das Blut außerhalb des Körpers in die Verhältnisse zu bringen, unter welchem es im Körper in den großen Adern sich befindet und diese Sache also erfahrungsmäßig eigentlich niemals erledigt werden kann, so kennen wir doch durch Blutanalyse hinreichende Unterschiede in dem Gehalte an sauerstoffreichsten Bestandtheilen — z. B. Fibrin — im arteriellen und venösen Blute, daß dadurch schon entschieden werden kann, ob wirklich eine Oxydation in den Lungen stattfindet.

---

*) Holländische Beiträge 1846 S. 20.

Nach den Untersuchungen von Simon über die Menge Fibrin im Pferdeblut, ist kein Unterschied zwischen der Menge Fibrin im arteriellen und venösen Blute aus der Vena jugularis; Nach Hering ist aber die Verschiedenheit bei der Kuh und dem Schafe außer allem Zweifel; auch nach Simon zwischen dem arteriellen Blut und das der Vena portarum beim Pferde; die Menge Fibrin ist in 1000 Theilen Blut:

| | Arterielles | Venöses |
|---|---|---|
| Kuh — | 7,6 | 6,6 |
| Schaf — | 6,1 | 5,3 |
| Pferd — | 11,2 | 8,4 |

Ohne Zweifel ist das Fibrin reicher an Sauerstoff als das Albumin. Da aber im arteriellen Blut mehr Fibrin gefunden wird, als im venösen, und darin kein Körper vorkommt, der diesen Unterschied ausgleicht, so spricht der größere Fibringehalt des arteriellen Blutes für eine unmittelbare Oxydation des Bluts in den Lungen und für eine fortdauernde in den Arterien. — Ich sehe gegenwärtig nicht ein, wie dieser Punkt anders zu erklären ist.

Ueberdies ist es unhaltbar, in einer so zusammengesetzten Flüssigkeit, wie das Blut ist, nur von einer Auflösung des Sauerstoffs zu sprechen. Ich lasse jetzt die Blutkörperchen außer Rechnung, da wir wohl annäherungsweise, aber nicht mit der Genauigkeit, die hier nöthig ist, die Zusammensetzung ihrer Hüllen kennen. Aber es sind noch so viele der Oxydation fähige Stoffe in den Lungen, daß eine einfache Auflösung des Sauerstoffs in dem Blute der Lungen undenkbar ist.

Für jede chemische Wirkung ist Zeit nöthig; auf einmal wird die Oxydation sicher nicht zu Stande kommen; es ist stets Sauerstoffgas in dem arteriellen Blut und die Oxydation schreitet also fort; sie kann in dem Capillarsystem, durch den Einfluß der eintretenden Nahrungsflüssigkeit unterstützt werden und dort ihre Grenze erreichen. In den Venen geschieht sie sicher nicht oder unbedeutend, obgleich auch im ve-

nösen Blut Sauerstoff vorkommt und die Hauptbedingung zur Oxydation also auch hier besteht.

Aus einem größern Fibringehalte des arteriellen als des venösen Bluts, der sicher bewiesen ist, schließen wir also mit Recht auf eine wahre Oxydation des Bluts in den Lungen ohne darum schon die Frage in Bezug auf die ganze Menge des Sauerstoffs im arteriellen Blut gelöst zu haben. Im Gegentheil, die Anwesenheit des Sauerstoffs als Gas im arteriellen und venösen Blut ist unzweifelhaft; im arteriellen ist mehr als im venösen.

Ist nun die größere Menge Fibrin im arteriellen Blut — und welches also in den Lungen aus den Bestandtheilen des venösen Blutes gemacht werden muß — der alleinige Träger des Sauerstoffs der chemisch beim Athmen in den Lungen unmittelbar gebunden wird? Es ist Grund vorhanden in den Hüllen der Blutkörperchen einen zweiten Stoff, fähig Sauerstoff zu binden, anzunehmen. Wir wollen indessen, nach dem was wir davon beim Blut S. 351 mitgetheilt haben, hievon nichts mehr erwähnen, sondern die Sauerstoffverbindung der Blutkörper in so weit unentschieden lassen, als sie vielleicht der Zersetzung unter dem Einfluß der Kohlensäure empfänglich sind. Die Blutkörperchen schrumpfen zusammen durch den Sauerstoff und werden ausgedehnt durch Kohlensäure; man kann dieses mit denselben Blutkörpern einigemal wiederholen. Ist nun auch die Verbindung der Blutkörperchen mit Sauerstoff eine sehr lose, so ist sie doch eine Verbindung, die von anderer Art ist, als die Auflösung von Sauerstoff im Wasser.

Es existiren unmittelbar durch Oxydation aus den Proteinverbindungen im Blut hervorgebrachte Oxydationsproducte, die beiden Oxy.-Proteine; sie sollen aus dem Fibrin entstehen.

Es sind also genug Oxydationsproducte, die in den Lungen bereitet werden, im Blute anwesend, um die Anwesenheit

des gasförmigen Sauerstoffs im arteriellen Blute zu erkennen, und um dabei auch den unmittelbaren Verbrauch des Sauerstoffs zur Oxydation in den Lungen als unbestreitbar fest zu stellen.

Um gleichwohl das Verhältniß, das zwischen aufgelöstem und chemisch gebundenem Sauerstoff besteht, besser zu verstehen, wollen wir genauere Versuche von Magnus in Erwägung ziehen, die uns zugleich den Weg zur Erkenntniß der Art und Weise bahnen sollen, wie die Kohlensäure in dem Blute vorkommt.

Die letzten Versuche von Magnus, hervorgerufen durch eine Kritik Gay-Lussac's über seine ersten Versuche, die bestimmen sollten wie große Mengen von Gasen durch das Blut aufgenommen und daraus wieder verdrängt werden können *), haben folgende Resultate gegeben.

Blut wird mit atmosphärischer Luft lange geschüttelt und gesättigt, dann mit Kohlensäure geschüttelt und jedesmal neue Mengen Kohlensäure genommen, um die atmosphärische Luft wieder aus dem Blute zu verdrängen. Zum Vergleich stellte er denselben Versuch mit Wasser an und bekam auf 100 Theile Wasser 2,35 Theile Luft, aus 26 Sauerstoff und 74 Stickstoff zusammengesetzt.

Blut von Pferden, Kälbern, Kühen gaben übereinstimmende Resultate. Er fand, auf die genannte Weise atmosphärische Luft durch Kohlensäure verdrängend, in 100 Theilen Blut 12,5 bis 10 % Sauerstoff und 3,3 bis 1,7 % Stickstoff bei 0° und 760 Mm. Hier ist also durch das Blut viel mehr Luft aufgenommen als durch das Wasser aufgenommen werden kann und viel mehr Sauerstoff im Verhältniß zum Stickstoff, als das Wasser aufnehmen kann. Diese beiden Gase werden als solche aufgesogen und konnten durch Kohlensäure

*) Poggendorfs Ann. Bd. 66 S. 177.

als Gase wieder ausgetrieben werden, woraus man auf ein großes Vermögen des Blutes Gase aufzulösen, schließen kann.

Aus diesen Versuchen kann gleichwohl keine Folgerung gezogen werden für die eigentliche Menge durch das Blut aufgelösten Sauerstoff und Stickstoff, sondern alleine erkannt werden, wie viel durch Kohlensäure verdrängt werden kann. Um diese kennen zu lernen, hat er Blut mit immer erneuerter Kohlensäure geschüttelt und dadurch alle atmosphärische Luft verjagt. Darauf wurde das Blut mit gemessenen Mengen Luft geschüttelt und die übergebliebene Menge derselben gemessen, die ausgetriebene Kohlensäure absorbiren gelassen und die überbleibende Luft untersucht. Auf diese Weise sah er, daß von 16 bis 10 % Sauerstoff und 6,5 Stickstoff absorbirt werden, also annäherungsweise die Mengen, Sauerstoff und Stickstoff, die durch Kohlensäure im Blute verdrängt werden können, nachdem dieses vorher vollkommen mit Luft gesättigt ist. Hierbei ersetzen sich im Ganzen keine gleiche Volumina der Gase. In einem mit Kalbsblut angestellten Versuche, schüttelte Magnus das Blut mit Luft und darnach mit Kohlensäure. Es lieferte 11,6 % Sauerstoff, aber absorbirte zugleich 154 % Kohlensäure. Darauf wurde das Blut mit atmosphärischer Luft geschüttelt. Es absorbirte 15,8 % Sauerstoff und gab 138,4 % Kohlensäure aus. Nun wurde es nochmals mit Kohlensäure geschüttelt, und gab 9,9 % Sauerstoff, wogegen es 92,1 % Kohlensäure aufnahm.

Lassen wir die großen Abweichungen in diesen Versuchen die sich nicht erklären lassen, unberücksichtigt, so sehen wir doch:

1) Sauerstoff wird als Gas in reichlicher Menge vom Blute absorbirt.
2) Sauerstoff wird in beträchtlich größerem Maaße vom Blute, als Stickstoff, aufgenommen und im Vergleich mit Wasser ist das absorbirende Vermögen des Bluts für Sauerstoff, Stickstoff gegenüber, besonders groß.

3) Sauerstoff und Stickstoff können, wenigstens zum Theil, durch Kohlensäure aus dem Blute verdrängt werden.

4) Kohlensäure kann umgekehrt durch atmosphärische Luft aus dem Blute verdrängt werden und in Verhältnissen, die nicht allein von dem viel größern Vermögen der Kohlensäure von Wasser aufgelöst zu werden, als Sauerstoff und Stickstoff davon absorbirt werden können, abhängen. Nehmen wir dazu nochmals die Resultate der letzten Versuche und erinnern uns dabei, daß 100 C. C. Wasser 106 C. C. Kohlensäure und 6,5 Sauerstoff aufnehmen.

100 Theile Blut mit Luft gesättigt gaben:

| | | |
|---|---|---|
| Durch Kohlensäure . . | 11,6 | Sauerstoff. |
| Und absorbirten dabei . . | 154 | Kohlensäure. |
| Mit Luft geschüttelt wurden ausgetrieben . . . | 138,4 | » |
| Und nahmen dabei auf . | 15,8 | Sauerstoff. |
| Geschüttelt mit Kohlensäure wurden erhalten . . | 9,9 | » |
| Und nahmen auf . . . | 92,1 | Kohlensäure. |

Woher verdrängen oder werden verdrängt 11,6 — 15,8 — 99 C. C. Sauerstoff von 158 — 138,4 — 92,1 C. C. Kohlensäure in 100 Theilen Blut. Eine einfache Absorption ist hier nicht.

5) Als allgemeine Resultate der Versuche von Magnus, die Marchand bestätigt hat *), kann abgeleitet werden, daß das Blut aufsaugen kann:

In 100 Maaßen 150 Maaße Kohlensäure
10 bis 12 » Sauerstoff.
6,5 » Stickstoff.

Wenn wir auf die große Menge Kohlensäure achten, die

*) Journal f. pr. Chemie Bd. 35 S. 385.

venöses und arterielles Blut aufnehmen können, eine Menge, die viel größer ist, als die, welche von andern Gasen, z. B. Sauerstoff aufgenommen wird, denken wir zuerst an die Fähigkeit des Wassers viel mehr Kohlensäure als Sauerstoff absorbiren zu können.

Dies Vermögen ist bekannt. Das reine Wasser nimmt bei gewöhnlicher Temperatur mehr als sein Volumen Kohlensäure, nämlich nach de Saussure 106 $CO_2$ in 100 Vol. Wasser, auf; bei $37,6_0$ etwas weniger als sein Volumen Kohlensäure; nehmen wir gleiche Volumina Wasser und Kohlensäure an. Der Sauerstoff wird in viel geringerem Maaße von Wasser aufgenommen und nur zu 6,5 Vol. in 100 Vol. Wasser; Stickstoff 4,2 Vol. in 100 Vol. Wasser u. s. w.

Aus dem was wir nun vom Blut in Bezug auf die Gase wissen, die dadurch aufgelöst werden können, folgt, daß eine einfache Auflösung dieser Gase nicht vor sich gehen kann, denn 100 Vol. Blut nehmen die folgenden Mengen der genannten Gase auf, woneben wir diejenigen setzen wollen, die das Wasser aufnehmen kann.

| | Blut | Wasser |
|---|---|---|
| Kohlensäure | 150 | 106 |
| Sauerstoff | 11 | 6,5 |
| Stickstoff | 6,5 | 4,2 |

Wenn wir das verschiedene Absorptionsvermögen des Bluts und Wassers für Stickstoff außer Acht lassen, weil dieses klein ist und wir hier keine absolute Genauigkeit fordern können, dann ist es doch sicher, daß das Wasser im Blute doch die Ursache von der Anwesenheit einer so großen Menge Sauerstoff und Kohlensäure nicht sein kann. Glaubt man, daß in dem Wasser des Bluts feste Körper aufgelöst sind, wodurch dieser Unterschied ausgeglichen werden kann, dann spricht die Erfahrung in Bezug darauf gerade umgekehrt. Durch das Lösen von festen Körpern im Wasser wird das Absorptionsvermögen des Wassers für Gase geringer. Z. B.

| | Kohlensäure aufgelöst in 100 Volumen der Flüssigkeit |
|---|---|
| Wasser . . . . . . . . . . . . . . . | 106 |
| Salmiakauflösung (27,5 auf 100) . . . . . | 75 |
| Auflösung von arabischem Gummi (25 auf 100) | 75 |
| » Zucker (25 auf 100) . . . . | 72 |
| » Alaun (9 auf 100) . . . . | 70 |
| » Chlorkalium (26 auf 100) . . | 61 |
| » Chlornatrium (29 auf 100) . . | 33 |
| » Chlorcalcium (40, 2 auf 100) . | 26 *) |

Zucker, Gummi, Zucker, alle feste Körper vermindern also das Absorptionsvermögen des Wassers für Kohlensäure. Wo diese Verhältniße nicht inne gehalten werden, da haben wir es mit keiner einfachen Auflösung zu thun. **)

Inzwischen finden wir eine Uebereinstimmung zwischen Blut und Wasser in Ansehung der Gase, die einander verdrängen können, welche unsere Aufmerksamkeit verdient. Kohlensäure — Wasser, mit Sauerstoff oder Stickstoff geschüttelt, verliert Kohlensäure und nimmt Sauerstoff oder Stickstoff auf; dabei verliert das Wasser viel Kohlensäure bei Aufnahme von nur wenig Sauerstoff und Stickstoff. Grade so ist es bei dem Blut. Umgekehrt verdrängt viel Kohlensäure nur wenig Sauerstoff oder Stickstoff aus damit gesättigtem Wasser, wiederum gerade so wie es bei dem Blute der Fall ist. Aber

---

*) De Saussure in Berzelius Lehrbuch 1. S. 442, 1843.

**) Gay-Lussac hat diesen Punkt in seinen Anmerkungen gegen die Versuche von Magnus ausführlich aus einander gesetzt (Journ. de Pharm. et de Chemie. Juin, 1844 pg. 409), wo er angiebt, daß die Meinung von Magnus, nach welcher wie angeführt keine chemische Bindung von Sauerstoff oder Kohlensäure im Blute statt finden soll, ungereimt ist. Nach der Menge Kohlensäure, die in einer Minute ausgeathmet wird, der Menge Pulsschläge, die in einer Minute geschehen, der Menge Blut, die bei jedem Herzschlag durch das Herz — und also auch durch die Lungen — geführt wird, müßte das arterielle Blut fast sein Volumen Sauerstoff als Gas besitzen müssen, während Magnus nur 10 bis 12 Vol. gefunden hat.

Die Ansicht von Magnus ist darum schon unhaltbar.

auch hier besteht ein Unterschied zwischen Wasser mit Gasen und Blut mit Gasen behandelt. Wir brauchen, um die Verschiedenheit zu sehen, nur einen Blick auf die Resultate von Magnus zu werfen, die wir Seite 1177 mitgetheilt haben. Mit Luft gesättigtes Wasser mit Kohlensäure geschüttelt dann wiederum mit Luft geschüttelt, darauf wieder mit Kohlensäure u. s. w., lieferten nicht, wie Wasser oder eine Salzauflösung, z. B. von Kochsalz oder Salmiak es thun sollen, dieselbe Menge Kohlensäure, dieselbe Menge Sauerstoff, sondern die Menge der Kohlensäure nahm ansehnlich ab, und lassen wir den Sauerstoff einen Augenblick aus der Rechnung, weil darin eine Unregelmäßigkeit herrscht, so ist es doch in die Augen fallend, daß für dasselbe Blut die Menge Kohlensäure so sehr abnimmt. 100 C. C. mit Luft gesättigtes Blut gaben.

11,6 Sauerstoff und absorbirten dabei 154 C. C. $CO_2$

| | | |
|---|---|---|
| mit Luft geschüttelt | 138,4 $CO_2$ . . . . . . . . | 15,8 Sauerstoff |
| darauf mit Kohlensäure geschüttelt | 9,9 Sauerstoff . . . . . | 92,1 $CO_2$ |

Also 154 — 138,4 — 92,1 $CO_2$.

Es ist hier keine andere Erklärung möglich als die, daß da mehr und mehr Kohlensäure im Blute zurückbleibt nach erneuerter Zufuhr von Sauerstoff; daß diese Kohlensäure nicht mehr so im Blute aufgelöst ist, daß sie von andern Gasen verdrängt werden kann.

Die 154 Vol. absorbirter Kohlensäure sind für reines Wasser schon 48 Vol. zu viel; überdies vermindern noch die Salze u. s. w. des Bluts das Vermögen des Wassers Kohlensäure aufzunehmen. Sollten 100 Theile Blut ein eben so großes Vermögen haben Kohlensäure aufzunehmen, als 75 Wasser + 25 Zucker = 100, dann würden statt der 154 Vol. $CO_2$ 72 sein und also für das Blut 82 Vol. zu viel.

Mit dem Sauerstoff ist es ebenso; Wasser nimmt nur

6,5 Sauerstoff auf und Blut 10 bis 12, setzen wir 11. — Der Sauerstoff ist in Salzauflösungen weniger auflösbar, als in Wasser.

Von den 154 Vol. Kohlensäure verdrängen 15,8 Sauerstoff (es ist zu bedauern, daß der Stickstoff hierbei nicht angegeben ist) eine Menge Kohlensäure von 138,4 Vol., so daß 16,6 Vol. $CO_2$ in dem Blute zurückbleiben. Beim neuen Schütteln des Bluts mit Kohlensäure wurden nicht, so wie es bei Wasser geschehen wäre, 15,8 Sauerstoff ausgetrieben, dieselbe Menge, die bei der letzten Behandlung mit Luft ausgetrieben wurde, sondern 9,9 Vol. und es wurden nicht 138,4 $CO_2$ aufgenommen, sondern 92,1 $CO_2$. Das Blut hat also eine chemische Veränderung erlitten. Es giebt viel weniger Sauerstoff ab, sondern hält ihn zurück, verbindet sich chemisch damit und nimmt nach der Oxydation viel weniger Kohlensäure auf. In der That.

154 — 138,9 — 92,1 — Vol. $CO_2$

konnten keinen Zweifel in Bezug auf die chemische Veränderung lassen; welche das Blut durch den Sauerstoff erlitten hat.

So spricht denn auch diese Erscheinung sicher genug für die Auflösung der Kohlensäure und des Sauerstoffs als Gase im Blut, aber zugleich für chemische Veränderung des Bluts während der Absorption.

Aus dem bisher Angeführten schließen wir also: das Blut löst Gase auf, so wie alle Flüssigkeiten, aber das nur auflösende Vermögen erklärt durchaus nicht, wie sich das Blut dabei verhält; im Gegentheil kann allein chemische Thätigkeit, die hiebei eintritt, die Eigenthümlichkeit erklären, welche das Blut hiebei darbietet.

Um die Abweichung zu erklären, die das Blut zeigt, indem es eine größere Menge Kohlensäure und Sauerstoff auflösen kann, als Wasser es thut, während bei einfacher Auflösung der Gase, da feste Körper im Blute anwesend sind, die-

ses gerade umgekehrt sein müßte — müssen wir daher die Wirkung des Sauerstoffs und die der Kohlensäure unterscheiden, beide als chemische Körper mit dem Blute in Verbindung gebracht. Die Wirkung muß theilweise für beide übereinstimmend sein, namentlich für solche, die zwischen einer kräftigen Verbindung und einer einfachen Auflösung dazwischen liegt, also eine Oxydation, die leicht wieder aufgegeben werden kann.

Ich spreche hier nicht von der fortdauernden und anhaltenden Einwirkung des Sauerstoffs, die auf gewöhnliche Oxydation ausläuft, z. B. Fibrinbildung, sondern nur von der zu unterbrechenden Oxydation von Blutbestandtheilen, unterbrechbar durch Kohlensäure z. B., und umgekehrt, von unterbrechbaren Kohlensäureverbindungen, unterbrechbar durch Sauerstoff. — Von der letztern haben wir ein Vorbild in $2\,CO_2\,FeO$ das durch Sauerstoff getrennt wird in $2\,CO_2$ und $Fe_2\,O_3$, mit welchem Eisenoxyde eine abwechselnde Menge Kohlensäure verbunden bleibt.

Von der ersteren haben wir ein Beispiel in dem Bariumsuperoxyde, welches durch Kohlensäure in $CO_2\,BaO$ und $O$ zerlegt wird.

Solche eine allmälige unterbrechbare Verbindung des Sauerstoffs und der Kohlensäure scheint in den Hüllen der Blutkörperchen vorzugehen.

Für die Kohlensäure ist die leicht aufzuhebende Verbindung in der ältern Wissenschaft in den kohlensauren Salzen angenommen, aber seitdem man keine Carbonate in dem Blut mehr annimmt, wieder aufgegeben. Jetzt mögen wir — nein müssen wir — wieder Carbonate in dem Blute annehmen und zwar Bi-Carbonate; denn das venöse Blut ist reich an Kohlensäure.

Geben die kohlensauren Salze Aufschluß über die Austreibung der Kohlensäure aus dem venösen Blut? Sie brauchen es nicht alleine zu thun, denn die Auflösung von Koh-

lensäure in Wasser allein — und also auch in Blutwasser — ist bekannt; die Verbindung der Kohlensäure mit der Hülle der Blutkörperchen ist bewiesen. Es sind da schon zwei Stellen der Kohlensäurebindung im Blute, ausgenommen die Carbonate, welche allmälig die Bi-Carbonate bilden, die aber auch allmälig wieder zerstört werden.

Untersuchen wir sie zusammen und getrennt, so weit es möglich ist. Untersuchen wir zuerst, ob da wirklich chemisch gebundene Kohlensäure, wie und womit dann auch verbunden im Blute vorkommt. Dazu mögen die folgenden Versuche dienen, welchen ich einige mit dem Eiweiß von Hühnereiern angestellt vorangehen lasse.

In eine getheilte Röhre ließ ich über Quecksilber Kohlensäure steigen und brachte ungefähr 7 C. C. Eiweiß von Hühnereiern da hinein. — Nach 24 Stunden waren 7 C. C. Kohlensäure weniger in der Röhre — bei ungefähr derselben Temperatur ist die Kohlensäure nur mit dem Alkali oder mit dem Albumin verbunden worden? Keins von beiden; sowohl Albumin als auch das Alkali des Eiweißes waren mit einander verbunden; die Kohlensäure wurde nur von dem Wasser des Eiweißes aufgenommen. Der Beweis hierfür ist der folgende. Es wurde nämlich ungefähr 1 C. C. starke Essigsäure durch das Quecksilber in die Röhre gelassen, wodurch die chemisch gebundene Kohlensäure reichlich ausgetrieben werden konnte. Nach 24 Stunden, wieder bei nahe derselben Temperatur, wurde keine Vermehrung des Gases gesehen, sondern selbst noch eine Verminderung von 1 C.C. **Die Essigsäure hatte noch Kohlensäure aufgenommen** *).

---

*) Starke Essigsäure z. B. von 1,053 spec. Gew. nimmt bei 15° eine bedeutende Quantität Kohlensäure auf. In eine Röhre halb mit Kohlensäure halb mit Quecksilber gefüllt und auf die Quecksilberglocke gestellt, wurde durch eine Pipette von der genannten Essigsäure eine Menge von 100 C. C. gebracht und 24 Stunden lang Alles sich selbst überlassen. Nach dieser Zeit war das Gas bei 19,5° um 130 C. C. vermindert; die Essigsäure absorbirt also mehr Kohlensäure als das Wasser. — Ich habe mich durch viele Versuche davon überzeugt.

Deshalb hatte hier zuerst das Wasser des Eiweißes und dann das Wasser des Eiweißes und der Essigsäure zusammen Kohlensäure aufgenommen, die Essigsäure hat die gebundene nicht wieder in Freiheit gesetzt und sogar Nichts davon ist frei geworden.

Dieser Versuch beweist zugleich, daß in dem Weißen der Hühnereier keine Carbonate sind, sondern daß das Eiweiß darin mit dem Alkali vereinigt sein muß.

Ein Versuch mit einer größern Menge Eiweiß und einer größern Menge Essigsäure gab wiederum dasselbe Resultat, die Menge der absorbirten Kohlensäure stand im Verhältniß zu der Menge der Flüssigkeit, ungefähr als wenn man Wasser gesättigt hätte.

Macht man diese Versuche mit dem Serum von Kuh-, Schaf- oder Menschenblut, dann sieht man stets etwas mehr als ein gleiches Volumen Kohlensäure von dem Serum aufgelöst.

Aus vielen Versuchen, die ich darüber mit Herrn Gunning angestellt habe *), ist abgeleitet, daß das Folgende als Mittel von 20 Sorten Blutserums angenommen werden kann.

200 Vol. farbloses Serum nahmen auf:

| | | |
|---|---|---|
| Kohlensäure | . . . . . . | 233,75 Vol. |
| Es wurde zugefügt Essigsäure von 1,053 spec. Gew. | . . | 40,7 » |

Auf dieselbe Weise wurde in eine Glocke halb mit Kohlensäure, halb mit Wasser gefüllt, destillirtes Wasser gebracht. Die Menge Wasser war 13,75 CC. Nach 24 Stunden waren 13,75 CC Kohlensäure bei 16,5° durch das Wasser absorbirt, das ist ungefähr die davon bekannte Menge.

Essigsäure und Wasser absorbiren also mehr Kohlensäure als Wasser allein.

Treibt nun Essigsäure aus einer wässrigen Flüssigkeit Kohlensäure aus, dann ist die Kohlensäure gebunden und nicht nur in der Flüssigkeit aufgelöst gewesen.

*) Scheik. Ouderz. Deel V. pg. 435.

Und dadurch Kohlensäure wieder ausgetrieben . . . . . 93,13 Vol.
In der Essigsäure wurden Kohlensäure zurückgehalten . . 52,9 »

200 Vol. Serum können deshalb 93,13 + 52,9 Vol. = 146,03 Vol. $CO_2$ oder:

100 Vol. Blut können 73 $CO_2$ chemisch gebunden aufnehmen, das ist $^3/_4$ von seinem Volumen.

Diese Kohlensäure ist sicher, auf welche Weise es auch sein mag, chemisch gebunden, und muß durchaus nicht als aufgelöstes Gas angesehen werden. Es wird namentlich durch eine Säure aus dem Blute ausgetrieben, das sich in einer Atmosphäre von Kohlensäure befindet.

Auf diese Weise glaube ich, ist die Frage in Bezug auf die Anwesenheit von chemisch gebundener Kohlensäure im Blute vollkommen gelöst.

Im Blutserum kommen also, verschieden vom Hühnereiweiß, kohlensaure Salze vor. Aber welche kohlensaure Salze sind dies? Ist es kohlensaures Globulin, Albumin, Fibrin, oder diese mit kohlensaurem Natron oder Kali? Dieser Punkt ist keiner vollständigen Entscheidung fähig; aber wir lernen doch aus den mitgetheilten Versuchen eine Besonderheit, die wichtig genug ist, um unsere Aufmerksamkeit näher darauf zu richten.

Das Blutserum kann mehr gebundene Kohlensäure aufnehmen, als in dem reinen Wasser des Serums aufgelöst bleiben kann. Das Vermögen der Essigsäure, Kohlensäure zu absorbiren, sahen wir ist größer, als das des Wassers. Blutserum nimmt mehr Kohlensäure auf, als wenn es reines Wasser wäre, das ist mehr als sein Volumen und nach der Behandlung mit Essigsäure giebt es, mit dem was in der Essigsäure zurückbleibt, so viel zurück, daß dieses $^3/_4$ von seinem Volumen ausmacht.

Daß wirklich Kohlensäure chemisch gebunden im Blute

vorkommt, kann durch Vermengung von Blut mit einer Säure nicht gezeigt werden. Man lasse in eine mit Quecksilber gefüllte Röhre, die in die Quecksilberwanne gestellt ist, starke Essigsäure aufsteigen und darnach frisches Blutserum. Die starke Essigsäure sinkt sogleich in das Serum und verursacht eine geringe Gasentwickelung von Sauerstoff und Stickstoff; auf eine Menge von 20 CC Essigsäure von 1,053 spec. Gew. in 42 CC Serum sah ich ungefähr 1 CC Sauerstoff und Stickstoff aus dem Serum des Kuhblutes frei werden. Wäre es Kohlensäure gewesen, so hätte keine Entwickelung stattfinden können, denn Essigsäure vermindert das Absorptions-Vermögen des Wassers für Kohlensäure nicht, sondern vermehrt es. Diese 1 CC atmosphärischer Luft, so entwickelt, haben deshalb mit Kohlensäure nichts gemein; Niemand wird dadurch zu Irrthum verleitet.

Nachdem wir die Anwesenheit der Carbonate im Blute angenommen und gesehen haben, daß diese Carbonate im Blute Bicarbonate bilden können, ist es noch die Frage, welche diese sind: Carbonate von Fibrin, Albumin, Globulin? oder von Soda und Kali?

Es existirt ein kohlensaures Albumin. Coagulirtes Eiweiß wird von Kohlensäurewasser in geringer Menge aufgelöst. Aber im Eiweiß von Hühnereiern, worin keine kohlensaure Salze sind, ist das Albumin mit Kali gesättigt; im Blutserum, worin kohlensaure Salze vorkommen, ist sicher Alkali genug vorhanden, um das Albumin ganz und gar zu sättigen. — Ein kohlensaures Albumin, obgleich es bestehen kann, ist also nicht im Blute. Coagulirtes Fibrin sah ich nicht besonders geeignet Kohlensäure zu absorbiren. Im aufgelösten Zustande im Blute kann dieses anders sein; wir wissen es jedoch nicht.

Es bleibt also kohlensaures Globulin über, worunter wir hier die Verbindung der Kohlensäure mit den Hüllen der

Blutkörperchen verstehen wollen. Daß sie besteht ist bekannt, aber es ist die Frage, ob sie die Ursache der Erscheinungen sein kann, die wir besprechen? Kann es abwechselnde Mengen Kohlensäure aufnehmen und durch eine Säure wieder abgeben? Es ist mehr als wahrscheinlich; aber dann bleibt noch die Frage, wie viel Antheil dieses organische Carbonat an den Erscheinungen hat?

Wir können hier nicht entscheiden, aber da unsere Versuche mit Serum angestellt sind, mit solchem Serum, das frei von Blutkörperchen war, so haben für das Serum zuerst kohlensaures Natron und Kali Belang. Das Albumin im Serum ist sicher mit Alkali gesättigt und Fibrin und Blutkörperchen waren im Serum anwesend. Die Anwesenheit von Carbonaten, die Bicarbonate bilden können, ist aus den Versuchen ersichtlich. Die Kohlensäure, welche beim Stoffwechsel entsteht, kann, ja muß die Carbonate in Bicarbonate umwandeln. Das kohlensaure Kali und Natron, die im Blut vorhanden, weisen auf die Anwesenheit dieser Salze im Blut.

Phosphorsaures Natron ($PO_5$, $_2NaO$, $HO$) nimmt Kohlensäure auf und giebt sie auf Zusatz einer Säure wieder von sich. Eine Auflösung von nicht getrocknetem phosphorsauren Natron, von der folgenden Stärke angewandt, absorbirte die dabei angegebenen Mengen Kohlensäure *).

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 CC | einer Auflösung | von | 1/100 | nahmen | auf | 16 CC. |
| 10 CC | » | » | 2/100 | » | » | 22,9 CC. |
| 10 CC | » | » | 7/100 | » | » | 28,6 CC. |

Es besteht hier keine chemische Verbindung, weil keine Proportion zwischen der Menge des phosphorsauren Salzes und der davon aufgenommenen Menge Kohlensäure besteht.

Phosphorsaurer Kalk absorbirt auch Kohlensäure **).

Wir haben also hier oben drei verschiedene Wege, auf

*) Scheik. Ouderz Deel V. p. 435.
**) Scheik. Ouderz. Deel V. p. 435.

welchen Sauerstoff im arteriellen Blute gebunden wird, angegeben:

Auflösung des Sauerstoffs im Wasser des Bluts;

Bildung von sauerstoffreichern Fibrin, im arteriellen Blute in einer größeren Menge vorhanden *);

Verbindung des Sauerstoffs mit den Hüllen der Blutkörperchen.

Eben so haben wir drei Wege, auf welchem Kohlensäure gebunden wird, angeführt:

Auflösung der Kohlensäure in dem Wasser des Blutes;

Bildung von Bicarbonaten des Natrons oder des Kalis, oder von beiden; Bindung der Kohlensäure von phosphorsaurem Salzen;

Bindung der Kohlensäure von den Hüllen der Blutkörperchen im venösen Blute.

Es scheint ungereimt, dem arteriellen Blute eine größere Fähigkeit, Gase zu absorbiren, zuzuschreiben, als das venöse Blut sie besitzt. Was man davon gesagt hat, ist durch keinen Versuch, der Vertrauen verdient, bewiesen. Wie sollte das auch bewiesen werden können? Das arterielle Blut muß mehr Sauerstoff, das venöse Blut muß mehr Kohlensäure enthalten, niemand kann daran zweifeln; die Versuche von Magnus, die das Gegentheil beweisen, sind gewiß unrichtig. — Der Stickstoff, so schwierig seiner Menge nach bei solchen Versuchen zu bestimmen, mag hier unberücksichtigt bleiben.

Fällt der Unterschied in der Capacität bezüglich der Gase zwischen dem venösen und arteriellen Blute weg, dann können wir die sechs Wege, auf welchen Sauerstoff und Kohlensäure gebunden werden und die wir genannt haben, festhalten. Im arteriellen Blute kommt noch Kohlensäure vor;

---

*) Die beiden Oxy-Proteine übergehe ich hier mit Stillschweigen, weil noch nicht bestimmt ist, ob sie im arteriellen Blute in größerer Menge gefunden werden.

aller kann sich das Blut in den Lungen nicht entledigen; im venösen Blute kommt Sauerstoff vor; aller wird in dem Capillarsystem nicht verbraucht, es ist mehr oder weniger von beiden in den beiden Blutarten.

Versuchen wir nun, uns Rechenschaft abzulegen von dem Loslassen der Kohlensäure in den Lungen.

In den Lungen tritt Sauerstoff zu dem Blute und in demselben Augenblicke bereitet sich Kohlensäure vor, die schon gebildet bestand, um auszutreten. Wie verhält sich zuerst ein alkalisches Bicarbonat unter diesen Umständen?

Schüttelt man eine Auflösung von zweifach kohlensaurem Kali — vollkommen gesättigt mit Kohlensäure, also mit sehr schwach alkalischer Reaction — mit atmosphärischer Luft, so verliert es Kohlensäure. Es ist in der Chemie bekannt, daß eine vollkommen mit Kohlensäure gesättigte Auflösung von zweifach kohlensaurem Kali nicht in einer Flasche aufbewahrt werden kann, die zum Theil mit Luft gefüllt ist, sondern bald anfängt stärker alkalisch zu reagiren. Man leitet daher vorsätzlich kohlensaures Gas durch die Auflösung, um ihr so viel als möglich die alkalische Reaction zu nehmen, wenn man richtig beschaffenes zweifach kohlensaures Alkali nöthig hat.

Schon vor langer Zeit haben H. Rose, Magnus und später Marchand *) bewiesen, daß zweifach kohlensaures Natron, allein mittelst Durchleiten von atmosphärischer Luft durch eine Auflösung des Salzes, erst in anderthalb kohlensaures und darnach in neutrales kohlensaures Salz verändert wird; letzteres wenn die Temperatur bei Blutwärme erhalten wird.

Ist dann bewiesen, daß zweifach kohlensaure Salze im Blute enthalten sind, so findet also die Zersetzung dieser zweifach kohlensauren Salze in Auflösung allein durch die atmosphärische Luft beim Athmen statt.

Thut man zu einer, sogar nicht schwach alkalisch reagi-

---

*) Journ. f. pr. Chem. Bd. 35, S. 385.

renden Auflösung eines zweifach kohlensauren Salzes, Gummi, so soll Kohlensäure entweichen.

Löst man Kochsalz in einer nicht schwach alkalisch reagirenden Auflösung von zweifach kohlensaurem Kali auf, so entweicht bei gewöhnlicher Temperatur eine ansehnliche Menge Kohlensäure. Eben so ist es mit andern ganz neutralen Salzen.

Das zweite Aequivalent Kohlensäure ist nur lose gebunden; es verhält sich zum Theil wie ein in Wasser aufgelöstes Gas. Durch Kochhitze wird es auch vollständig ausgetrieben.

Da nun die Anwesenheit der Bicarbonate im Blute bewiesen ist, so können wir aus den Versuchen diesen Schluß ziehen:

Die festen, im Serum aufgelösten Stoffe, vermindern den Zusammenhang des zweiten Aequivalents Kohlensäure mit dem neutralen kohlensauren Alkali, und veranlassen das zweite Aequivalent in den Lungen durch den Sauerstoff aus dem venösen Blute auszutreten. Der Sauerstoff, der von dem Blute in den Lungen aufgelöst wird, der von dem mit gasförmiger Kohlensäure beschwängertem Blute aufgenommen wird, treibt von dieser als Gas aufgelösten Kohlensäure, durch einfache Verdrängung dieses Gases, aus. (S. 1177.) Der Sauerstoff, der aufgelöst wird in dem Blute der Lungen, verdrängt die Kohlensäure, die mit den Hüllen der Blutkörperchen verbunden war.

Verdrängt er auch die Kohlensäure aus den zweifach kohlensauren Alkalien, die in dem venösen Blute ohne Zweifel vorkommen? Um dieses mit Sicherheit festzustellen, fehlt uns die Kenntniß eines Stoffes, der in den Lungen, in dem Augenblicke, wo der Sauerstoff eintritt, gebildet werden muß. Eine Säure braucht dazu nicht verwandt zu werden; ein fester Körper, der aufgelöst in dem arteriellen Blute gebildet wird, wenn er sich nur nicht mit dem Kali oder Natron verbindet, ist genug; Gummi, Kochsalz, treiben Kohlensäure aus

den Bicarbonaten und wir haben eine solche Auflösung der Bicarbonate in dem Serum des venösen Blutes.

In der That wird ein solcher fester Körper beim Athmen in den Lungen gebildet; es ist eine stets größer werdende Menge Fibrin, so daß dadurch das arterielle Blut stets mehr Fibrin enthält, als das venöse. — Durch die Bildung der größeren Menge Fibrin kann gleichwohl, indem es aus dem Globulin entsteht, dann erst Kohlensäure aus dem zweifach kohlensaurem Salze des venösen Blutes vertrieben werden — so wie Gummi dieses bei dem zweifach kohlensauren Kali thut — wenn die Menge Alkali des Bluts — die, welche mit dem Albumin verbunden ist — unterdessen geringer geworden ist. Diese nimmt nun stets durch die Abscheidung des Urins ab; durch den Urin wird stets Alkali aus der Blutmasse geführt *). — Die stets in den Lungen zunehmende Menge Fibrin kann folglich der feste Stoff sein, durch welchen aus den zweifach kohlensauren Alkalien des venösen Bluts unmittelbar in den Lungen Kohlensäure ausgetrieben wird.

Welche von den drei genannten Quellen der Kohlensäureentwickelung — die Auswechselung mit Sauerstoffgas gegen Kohlensäure, die aufgelöst war; die Aufhebung der Kohlensäureverbindung des Globulins durch eine Sauerstoffverbindung und endlich das Entweichen der Kohlensäure aus den zweifach kohlensauren, phosphorsauren Salzen und wahrscheinlich noch anderen Körpern, durch Fibrinbildung — die vornehmste ist, kann nicht ausgemacht werden; sie bestehen alle drei, unterstützen einander und bringen zusammen das Phänomen hervor, das mit Unrecht einer einzigen Ursache zugeschrieben wird.

Die Bildung der beiden Oxy-Proteine beim Athmen übergehe ich hier wiederum, weil noch nicht bewiesen ist, daß von

*) Der enge Zusammenhang zwischen Athmen und Urin-Abscheidung ist bekannt, obgleich dieses noch so wenig beherzigt wird.

denselben im arteriellen Blute mehr vorkommt als im venösen; wird dieses gezeigt, dann verdienen sie sehr berücksichtigt zu werden.

Ob mehr als diese drei genannten Quellen der Kohlensäureentwickelung in den Lungen bestehen, ist unbekannt, aber diese drei sind nicht zu verkennen, nämlich:

a. Austreibung von aufgelöstem kohlensauren Gas durch aufgenommenes Sauerstoffgas, wie dieses in kohlensäurehaltendem Wasser geschieht.

b. Aufhebung des losen Zusammenhangs des zweiten Aeq. Kohlensäure der zweifach kohlensauren Alkalien und der lose mit den phosphorsauren Salzen verbundenen Kohlensäure.

c. Aufhebung des losen Zusammenhangs mit den Blutkörperchen.

Bei dieser Erklärung des Entweichens der Kohlensäure in den Lungen, habe ich die Oxydation der Blutbestandtheile zu den letzten Producten, also zur Kohlensäurebildung, nicht zu Hülfe genommen. Daß da Oxydation stattfindet, glaube ich, ist bewiesen; aber aus der Oxydation folgt noch keine Kohlensäurebildung.

Die Oxydation des Fibrins in den Lungen, den Hüllen der Blutkörperchen, läuft in den Lungen nicht auf Bildung von Kohlensäure hinaus; sie befördert nur die Losmachung von Kohlensäure. Von der eigentlichen Bildung der Kohlensäure wissen wir Nichts; aber das wissen wir, daß kein Grund vorhanden ist, sie uns anderswo zu denken, als in dem Capillarsystem. Wahrscheinlich wohl nicht außen in der Nahrungsflüssigkeit. Im Gegentheil scheinen die Träger des Sauerstoffs, wozu vor allen das Fibrin und die Hüllen der Blutkörperchen gehören, zugleich mit dem Sauerstoff, der als Gas in dem arteriellen Blute aufgelöst ist, Sauerstoff an die aus der Nahrungsflüssigkeit in das Capillarsystem tretenden neuen Producte zu leiten.

Die Kohlensäurebildung fängt also, nach unsern gegenwärtigen Kenntnissen, in den Lungen nicht an, und geschieht wahrscheinlich gar nicht in den Blutgefäßen, außer in dem Capillarsystem. Ob sie außerhalb des Capillarsystems stattfindet, da wo die Nahrungsflüssigkeit auf die elementaren Formen der Gewebe einwirkt, ob also die sauerstoffreicheren arteriellen Blutbestandtheile, Sauerstoff aus dem Capillarsystem ausführen, so wie Vierordt *) meint, ist durch Nichts beglaubigt. Die Kohlensäurebildung ist in den Geweben wenigstens sicher nicht anwesend, und eine Parenchymateuse und eine atmosphärische Diffusion von Gasen kann also schwerlich angenommen werden.

Es treten nun aber das an Sauerstoffgas reiche Serum und das an Sauerstoff reichere Fibrin zum Theil sicher aus dem Capillarsystem und während das letztere wahrscheinlich wohl Muskelfasern 2c. bildet, und also zum Theil der Circulation für einige Zeit entzogen wird, tritt aus dem Nahrungssaft sauerstoffärmeres Serum zurück in das Capillarsystem.

Was man von der Oxydation des Zuckers — der allgemeine, aus Amylum, Gummi, Pflanzenschleim u. s. w. gebildete Blutbestandtheil — von Fetten u. s. w. gesagt hat, daß sie in dem Blute stattfinden soll, entbehrt noch alles Grundes; wir wissen nicht, was zuerst aus den Stoffen wird, was folglich da eigentlich oxydirt wird und welches daher eigentlich die Stoffe sind, aus denen die Kohlensäure direct entsteht. — Ich läugne die directe Oxydation von Zucker und Fetten u. s. w. nicht, aber ich halte sie nicht für bewiesen. Z. B. aller Zucker oder ein großer Theil desselben, kann erst in der Nahrungsflüssigkeit in Milchsäure umgewandelt werden, und diese in das Capillarsystem zurückkehrende Milchsäure zu Kohlensäure und Wasser oxydirt werden.

Doch die Zersetzung von organischen Stoffen, ihre wohl-

---

*) Wagner's Handw. Art. Respiration. S. 909

bekannte Zerlegung in Kohlensäure und Wasser durch Sauerstoff bei einer einigermaßen erhöhten Temperatur, ist nicht die Lücke, die bei der Beschreibung des Athmungsprocesses vorzugsweise ausgefüllt zu werden braucht. Seit wir wissen, daß atmosphärische Luft Weinsteinsäure, Oel und andre Körper *) in Kohlensäure und Wasser verwandeln kann, bei einer beträchtlich niedrigeren Temperatur, wenn ein anderer Körper anwesend ist, der die Zersetzung unterstützt, so haben wir wenigstens eine allgemeine Vorstellung von einer solchen Kohlensäurebildung im thierischen Organismus. Ueberdies sehen wir sie an der anbauungsfähigen Erde, bei der Bildung von Apothema aus extractartigen Stoffen und in vielen andern Fällen zu Stande kommen. Es mangelt uns keineswegs die Kenntniß von Stoffen, die bei Zutritt von Sauerstoff in Kohlensäure und Wasser verwandelt werden.

Doch findet wohl immer eigentliche Kohlensäurebildung durch Oxydation in dem thierischen Organismus statt? Werden da nicht sauerstoffreichere Körper gebildet, die in dem Capillarsystem in andere Excrete, z. B. in Harnstoff, Harnsäure und Kohlensäure verwandelt werden, so wie der Zucker durch Hefe in Kohlensäure und Alkohol getheilt wird? Wie kann man darauf antworten? Die Verbrennungstheorie entbehrt auf jeden Fall allen Grund; für eine directe Bildung von Kohlensäure aus Zucker und Fetten z. B. ist kein einziger Beweis, und es sind in der That Fermente, zersetzende Körper, genug im Organismus, es sind der Zersetzung fähige Bestandtheile im Ueberfluß im Körper, um eine indirecte Bildung der Kohlensäure möglich zu halten, ja selbst für viel wahrscheinlicher, als eine unmittelbare Oxydation zu Kohlensäure und Wasser. — Wie kommt es jedoch, daß eine solche Vorstellung, die ganz unbewiesen ist, so allgemein geworden ist?

---

*) Siehe oben. S. 1088.

Entfernt man die Einseitigkeit von der Erkenntniß des Athmungsprocesses, der mit der Theorie der Feuerheerde in der That fast identificirt wurde; einmal vielleicht wird, wenn die Verbrennungslehre verdrängt, und die Spaltungslehre — die Lehre von der Gährung — dafür an die Stelle getreten sein wird, die Freiwerdung der Kohlensäure in den Lungen zum Theil wieder auf die Oxydation zurückgebracht, aber auf eine solche, bei welcher durch den Sauerstoff der Luft in den Lungen ein Ferment bereitet wird, das im Capillarsystem eine im Blut anwesende und aus dem Nahrungssaft angeführte Verbindung in Kohlensäure, die entweicht und in eine andere Verbindung, die im arteriellen Blut wieder fortgeführt wird, spaltet. Dann werden die oben angeführten Facta, betreffend die drei Ursachen der Entweichung von Kohlensäure, noch in Kraft bleiben, aber mit einer vermehrt werden, die jetzt nur vermuthet werden kann. Gay-Lussac bewahrte Traubensaft, der aus über Quecksilber zerquetschten Trauben erhalten war, viele Tage auf, ohne eine Spur von Gährung zu bemerken: Eine einzige Luftblase war im Stande unmittelbar Kohlensäure zu entwickeln und Alkohol zu bilden.

Die Zukunft mag in diesem schwierigen Theil der Wissenschaft mehr Licht verbreiten, so viel ist sicher, daß Athmen keine Verbrennung ist *). Die am meisten wahrscheinliche

---

*) Man hat unter andern geradezu von den Fetten behauptet, daß sie im Blut zu Kohlensäure und Wasser oxydirt werden und dafür, sowohl die nährende Kraft der Mehlspeisen bei pflanzenessenden Thieren und die von Fett bei den fleischfressenden, als auch das Magererwerden bei Bewegung u. s. w. angeführt. Daß der Sauerstoff der Luft Einfluß hat auf den Stoffwechsel, ist bewiesen; allein daraus folgt noch keine unmittelbare Oxydation; der Stoffwechsel wird nur dadurch befördert. Der Stoffwechsel kann aber auch durch viele andere Ursachen befördert werden. Die folgenden zwei Beispiele mögen dies deutlich machen.

Eine wichtige Besonderheit, betreffend die Zersetzung der im Blute vorkommenden Fette durch das Athmen zu bestimmen, hat mir Professor Numan mitgetheilt: Kühe, welche die Lungenkrankheit durchgemacht haben und davon hergestellt sind, werden durchgehend in sehr kurzer Zeit auffallend fett, während ihre Nahrung die gewöhnliche bleibt, sowohl der Art als der Menge nach. Bei der sogenannten Lungenseuche ist ein

Vorstellung von der Kohlensäurebildung ist unzweifelhaft wohl die, welche wir durch die Gährung kennen gelernt haben. Ein kleiner Theil des Sauerstoffs, der in den Lungen aufgenommen ist, reicht hin einen Gährungsstoff des arteriellen Blutes, das ist der zersetzende Körper, in Wirksamkeit zu setzen, und seine Wirkung im Capillarsystem auf zurücktretende Nahrungsflüssigkeit auszuüben; die Masse des Sauerstoffs, welche eingeathmet wird, wird eine Menge Verbindungen durchlaufen müssen, ehe sie an der Bildung von Kohlensäure Theil nehmen wird.

Die Ein- und Ausgangslehre hat hier vor Allen der Wissenschaft vielen Nachtheil zugefügt.

In dem Capillarsystem findet dann sicher die Umsetzung der Stoffe statt, wobei die kohlensauren Salze des Bluts in zweifachkohlensaure verändert werden, wobei mehr Kohlensäure in Gasform in das Blut kommt als darin vorhanden war; wobei die Blutkörperchen sich mit Kohlensäure

---

Theil der Lungen zur Verrichtung des Athmens untauglich, und verändert sich, bei Erhaltung des Lebens, in eine harte Masse. Ein solches Thier ist dann nicht mehr im Stande so viel Luft mit dem Blute in Berührung zu bringen und der oxydirende Einfluß der Luft auf die Bestandtheile des Körpers ist dadurch in demselben Maaße vermindert. Das Fett der Nahrung ist also gleichfalls dadurch einer geringen Oxydation ausgesetzt und häuft sich deshalb mehr in den Fettzellen des Bindegewebes auf.

Helmholtz hat (Müllers Archiv, № 1, 1845 S. 72) einige Bestimmungen über den Verbrauch von Stoff bei der Zusammenziehung der Muskeln gemacht. Zu dem Ende hat er schwache electrische Schläge durch getödtete Frösche geleitet, damit der Blutumlauf keinen Einfluß habe und also ein reines Resultat in Betreff der chemischen Veränderung, welche Muskeln bei ihrer Zusammenziehung erleiden, zu bekommen. Durch 400 — 500 Schläge war die Reizbarkeit der Muskeln erschöpft.

Die Muskel der Schenkel von nicht oder krampfhaft bewegten Fröschen, lehrten bei der Zersetzung, daß die durch Alkohol ausziehbaren Bestandtheile der Muskeln durch die Bewegung zunehmen, die in Wasser auflösbaren Bestandtheile der Muskeln abnehmen.

Helmholz glaubt nicht, daß die electrischen Schläge als solche die chemische Zersetzung der Muskelstoffe befördert haben, da die Menge des alkoholischen und wässrigen Extracts aus Froschmuskeln, deren Zusammenziehbarkeit erst durch lauwarmes Wasser benommen war, ehe sie dem Einfluß der Electricität ausgesetzt wurden — dieselbe war, wie von solchen, die von der Electricität durchaus nicht berührt waren.

verbinden und gelatinös werden und die rothe Blutfarbe dunkler erscheint. Dies Alles geschieht durch den zugeführten Sauerstoff, als Gas zugeführten und theils mit den Blutkörperchen vereinigt, an theils in chemischer Verbindung mit dem Fibrin und den beiden Oxy-Proteinen.

Hiemit glaube ich das Phänomen des Athmens nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen mehr oder weniger chemisch beleuchtet zu haben. Was daran mangelt, mag die Zukunft ausfüllen; ich habe getrachtet Alles aufzunehmen, wozu Grund besteht und glaube sicher unsere Betrachtungen von Einseitigkeit frei gehalten zu haben.

---

## XIV. Abscheidungen und Ausscheidungen der Thiere.

Der Athmungsproceß ist zum Theil eine Nahrungsquelle für den Organismus, da durch denselben eine ziemliche Masse eines wichtigen Bestandtheils demselben angeboten wird, dann ist er eine Quelle des Stoffwechsels und endlich ein Mittel, um einen Theil von Bestandtheilen des Körpers nach außen zu entleeren.

Verbindungen, die wechseln, sind da so viele, als da Elementargebilde im thierischen Körper, welche mit sich erneuernder Flüssigkeit durchdrungen sind, bestehen; als da Flüssigkeiten bestehen, die chemischer Veränderung fähige Bestandtheile enthalten. Im eigentlichen Sinne findet also überall im thierischen Körper Secretion statt. Aber man hat diese mehr beschränkt da anwesend zu sein, wo neue Producte, vorher an dem Platze nicht vorhanden, entstehen. Excrete nennt man sie, wenn ihre Producte aus dem Körper ausgeführt werden sollen. Sie sind meistentheils feste Stoffe, im Wasser, welches das Ganze durchdringt, aufgelöst, theils tropfbarflüssige; theils gasförmige, und unter den letzten nimmt die Kohlensäure die erste Stelle ein.

Der Unterschied zwischen Abscheidungen und Ausscheidungen, schon lange Zeit in der Wissenschaft aufgenommen,

ist auch für die physiologische Chemie von großem Gewicht. Die abgeschiedenen Stoffe durchlaufen noch einen Theil des Körpers, üben in größerem oder geringerem Maaße chemischen Einfluß auf denselben aus, bringen zuweilen wichtige Verrichtungen zu Stande, während die Ausscheidungen sicher nicht ohne Einfluß auf den Organismus sind, aber größtentheils in dem Sinne Zersetzungsproducte wegzuführen, die theils gebildet sind, theils in dem ausscheidenden Organe gebildet werden.

Die Abscheidungen müssen getrennt werden in solche, wobei die Lösung, mit neuen Stoffen versehen, in einem begrenzten Raume bleibt, oder von dem Raume der Abscheidung fortgeführt wird. Zu den ersten gehören z. B. die Flüssigkeiten des Auges; zu den anderen der Speichel, die Galle u. s. w. — Die Stellung beider dem ganzen Organismus gegenüber, ist größtentheils verschieden.

Wir wollen in der Kürze die meisten thierischen Ab- und Ausscheidungen durchgehen, und bei der Milch und dem Urin länger uns aufhalten.

Ein allgemeines Wort vorher, möge es gleichwohl nicht überflüssig sein.

Worin besteht wohl im Allgemeinen die Abscheidung von ab- oder auszuscheidenden Stoffen? So allgemein, als man darauf antworten könnte: Im Stoffwechsel der dabei ins Spiel kommenden Stoffe, würde dies von keinem Werth sein. Und doch kommen wir durch den allgemeinen Ausdruck der Wahrheit näher. In jedem absondernden Organ trifft man eigne Anordnungen an, weshalb man sie Werkzeuge, Organe nennt. Vor Zeiten meinte man — und irre ich mich nicht, so ist diese Meinung noch nicht ganz beseitigt — daß gerade in diesen Anordnungen die Quelle der Abscheidungsproducte läge, als ob eine gewisse Arbeit dadurch geschehen müsse, deren Resultat ein oder einige neue Stoffe seien. — Wenn aber etwas Unwahres in unsern Vorstellungen ist, dann ist es eine

solche Meinung. Werkzeuge verändern die chemische Beschaffenheit von in Flüssigkeiten aufgelösten Stoffen nicht. Die ganze Anordnung ist nur in den abscheidenden Organen vorhanden, um a) eine Zusammenstellung von einigen, auf bestimmte Weise chemisch zusammengesetzten Verbindungen hinzuführen und b) das Blut mit diesen Verbindungen in Berührung zu bringen, sodaß die Anordnung — das ist z. B. der feinere Bau der Drüsen — nur Mittel ist, die Verbindungen zusammenzuhalten und dem Blute eine bestimmte Gelegenheit zu geben um auf chemische Art Wirkung und Rückwirkung zu üben.

Mit dieser allgemeinen Vorstellung sind zum wenigsten die Ungereimtheiten ausgeschlossen und überdies der Chemismus bestimmt als die eigentliche Ursache der Abscheidung von Stoffen angegeben.

Ist es das Blut woraus die Abscheidungen geschehen? Indem wir es wegführen, von in dem Blute anwesenden Verbindungen — als alkalische Salze, Harnstoff rc. — ausschließen, dann ist jedes Secret eine Wirkung von den Stoffen des Bluts und die Stoffe von dem abscheidenden Organ. In den letzten besteht eine chemische Auswechselung, stärker als in nicht abscheidenden Organen und zwar eine Auswechselung in ganz bestimmter Bedeutung, wie es in der That in jeder elementaren Form auch der Fall ist. Aber in den eigentlich sogenannten ausscheidenden Organen findet eine sehr starke Auswechselung der Bestandtheile statt; diese pflanzt sich auf das eintretende Blut über, welches immer durch ein stark entwickeltes Capillarsystem sich lange in einem abscheidenden Organe aufhält, so daß der Stoffwechsel des Bluts ebenfalls kräftig werden kann. Das Blut unterhält das Organ, d. h. liefert das Material, woraus es besteht.

Das Material ist ein eigenthümliches; in jedem abscheidenden Organe findet man eigenthümliche Stoffe. Die Bestandtheile des Organs werden leicht erneut, und aus der

Wirkung und Rückwirkung ein und desselben Blutes, das in so sehr verschiedenen Verbindungen eigenthümlicher Stoffe strömt, entstehen neue chemische Producte, die wohl zum Theil Zersetzungsproducte des auf solche Art erneuten Organs sein können, zum Theil Zersetzungsproducte des zugeführten Blutes sind und endlich unveränderte Blutbestandtheile enthalten.

Die chemische Zersetzung der größeren abscheidenden Organe hat noch wenig Licht über diesen Theil unserer Kenntnisse verbreitet; aber das Mitgetheilte ist nichts destoweniger eine deductive Vorstellung, geschöpft aus dem, was wir von organischer Thätigkeit wissen, welche Vorstellung, ihrer Allgemeinheit wegen, nicht fruchtbar genug sein mag, aber gerade darum um so mehr mit der Wahrheit übereinstimmend sein kann.

Untersucht man eine Niere, so findet man, gerade wie bei der Leber (S. 980) beinahe nur Eiweiß als Hauptmasse, woraus die Substanz der Niere besteht. Außer den Gefäßen und Nerven und den elementaren Formen des Binde- und elastischen Gewebes, welche zusammen an Gewicht nur wenig betragen, ist die ganze Masse in Wasser löslich, welches Wasser beim Erhitzen eine erstaunliche Menge Eiweiß giebt, womit einige eigenthümliche aber leider nur unvollkommen bekannte extractartige Stoffe gemengt sind. In einer weichen, vornehmlich aus Eiweiß bestehenden und mit Capillargefäßen durchwebten Masse, findet das Blut eine Stätte zum Stoffwechsel. Die Art des Blutes scheint keineswegs Hauptsache zu sein, denn während bei den Säugethieren der Urin aus dem arteriellen Blute abgesondert wird, ist es bei den Vögeln, Amphibien und Fischen meistentheils das venöse Blut, das zur Urinabscheidung verwandt wird, so wie sich auch die Galle aus dem venösen Blute bildet. Ein langer Aufenthalt des aus dem reichlich vorhandenen Capillarsystem austretendem Nahrungssafte in der weichen Masse — die immer Stoffe

eigner Art mit dem Eiweiß gemengt enthält — scheint die erste Bedingung zur Bildung der neuen Producte zu sein. Und will man eine Form, worunter man sich die Abscheidung zu denken hat, so will ich wieder auf die Hefe, die Synaptase, auf das Lab und die Magenwände bei der Verdauung verweisen. Die Synaptase z. B. die unter Bindung von Wasser das Salicin in Zucker und Salicinin spaltet, ist eine eigenthümliche Verbindung im Zustande der Umsetzung; das Zerspalten eine Uebertragung von chemischer Thätigkeit. Die Synaptase spaltet Amygdalin in Blausäure, Bittermandelöl, Ameisensäure und Zucker. — Alle Proteinverbindungen sind complexe Stoffe so wie das Amygdalin, die Synaptase es sind. Die eine dieser Proteinverbindungen ist im thierischen Körper die Synaptase für die andere, welche sich wie Amygdalin verhält; die eine spaltet, die andere wird gespalten; aber die spaltet wird ihrerseits wieder gespalten. In jeder Drüse, in jedem abscheidenden Organ, ist eine Synaptase, eine eigne Zerlegung bewirkende Verbindung, zerlegend dieselben Bestandtheile desselben Blutes, aber immer auf verschiedene Weise zerlegend, sowie dasselbe Amygdalin durch Baryt auf eine ganz andere Art in Amygdalinsäure und Ammoniak zerlegt wird, wie die eigentlich sogenannte Synaptase es in mindestens 4 Verbindungen von verschiedener Zusammensetzung zerlegt.

Es existiren abscheidende Organe, wo die Veränderung der Blutbestandtheile nur eine sehr geringe ist. Dazu gehören die, welche Milch absondern. Das Casein ist dieselbe Verbindung wie Albumin, nur in den Nebenbestandtheilen verschieden. Wenn wir also in der Milch Casein, in dem Blute Albumin finden, ist eine geringe Einwirkung eines in den Brüsten anwesenden Stoffes genügend, um aus dem Albumin des Bluts Casein zu bilden. In dem Blute kommt Zucker, Glukose, in der Milch Milchzucker vor; auch da ist die Veränderung gering und beruht auf einer isomerischen Umsetzung;

bei den Fetten der Butter ist es wiederum nur eine geringe Veränderung, welche die Fette des Blutes zu erleiden haben um Butter zu werden. Uebrigens gehen die Salze der Blutflüssigkeit in die Milch über, zugleich mit dem Wasser des Blutserums.

Es ist wohl wahr, wir können nicht alle die Verändederungen zu Stande bringen, z. B. aus Glukose noch keinen Milchzucker formen; aber das ist es nicht, was wir bedürfen. Wenn wir auch schon Glukose durch die Kunst in Milchzucker verwandelt hätten, dann bliebe doch noch die Frage, ob in den Brüsten dieselben Mittel zur Umwandlung gebraucht würden. Wenn wir auch wüßten, wodurch die Veränderung in den Brüsten zu Stande kommt, so würde die physiologische Chemie dadurch doch keinen Schritt vorwärts gethan haben. Was nutzt es uns, zu wissen, daß Salicin durch Schwefelsäure zerlegt, Traubenzucker und Saliretin $C_{14}H_{12}O_2$ giebt und mit Synaptas Traubenzucker und Saligenin $C_{14}H_{16}O_4$ liefert? Die Spaltung des Salicins ist uns wichtig; zu wissen, daß es in Traubenzucker $C_{14}H_8 + H_4O_2$ oder in $C_{14}H_8 + H_8O_4$ zerlegt werden kann, das ist es was wir in Pirias Entdeckung hoch schätzen; aber unsere Kenntniß des Unterschiedes, den Schwefelsäure und Synaptase bei Einwirkung auf denselben Stoff hervorbringen, ist durch Nichts zu einem allgemein geltenden Satz zu erheben; weder von der Wirkung der Synaptase, noch von der der Schwefelsäure, ist uns etwas Andres bekannt, als daß wir uns eine allgemeine Vorstellung davon gemacht haben, die in diesen Tagen, gerade ihrer Allgemeinheit wegen, Wahrheit sein muß, die aber das Wesen der Wirkung ganz unberührt läßt.

Wenn wir die Glukose in Milchzucker verwandelt haben — und jeden Tag ist es möglich, daß wir so etwas hören — haben wir eine Thatsache mehr geliefert, aber die physiologische Chemie ist dadurch um Nichts vorgerückt. Diese drückt Alles, was sie nöthig hat, in den Formeln aus:

Glukose. Milchzucker.

$$2\ C_{12}H_{28}O_{14} = C_{24}H_{38}O_{19} + 5\ H_2O + 4\ aq.$$

und ist ferner mit dem Besitze der Kenntniß zufrieden, daß Glukose im Blute vorkommt, daß Milchzucker in der Milch gefunden wird, daß das Blut die Milch hervorbringt, daß stärkemehlartige Körper in der Speiseröhre in Glukose verändert werden und endlich, daß die stärkemehlartigen Körper insofern die Milchabscheidung befördern, als die Milch Milchzucker enthält.

So ist es nun auch mit dem Casein und mit den Fetten der Milch. Die physiologische Chemie hat von der Umwandlung des Albumins — oder Fibrins — in Casein, wenn sie durch Kunst zu Stande kommt, wenig Heil zu erwarten; es wird kein Aufsehen verursachen, kein neues Licht verbreiten, wenn es geschieht; die Beziehung, in welcher Albumin oder Fibrin zum Casein stehen, das ist es, was sie bedarf. Und die Beziehung ist beinahe so bekannt, wie die, worin Glukose zum Milchzucker steht. — Die Fette habe ich S. 263 hinlänglich abgehandelt.

Ganz anders verhält sich die Sache, wenn die Veränderung der Stoffe bei einer Secretion eine tief einwirkende gewesen ist. Je größer die Veränderung in der Zusammensetzung der Stoffe ist, desto mehr Wissenschaft ist erforderlich, um ihr auf der Spur zu folgen. In der That bleibt darin noch sehr viel zu thun übrig und besitzen wir auch schon eine allgemeine Vorstellung von der Veränderung, die eine Spaltung einer complexen Verbindung, welche wir stets annehmen, hier unterstützt durch Oxydation oder Desoxydation, ist, so ist es doch die Pflicht der Wissenschaft, die allgemeine Vorstellung so in die Einzelheiten zu verfolgen und die Einzelheiten so zu beleuchten, wie es die Wissenschaft jetzt oder zu irgend einer Zeit vermag.

Von sehr vielen Secreten ist noch sehr wenig bekannt. Ich kann sie daher auch unmöglich so behandeln, wie es wün-

schenswerth ist; öfters kommen in den Analysen der Stoffe unbestimmte Ausdrücke wie: In Alkohol lösliche Extractivstoffe, in Wasser lösliche Extractivstoffe vor, woran Niemand einen Werth knüpfen kann. Sie sind meistens mit den gewöhnlichen Blutsalzen gemengt, wie sehr auch die bezügliche Zusammensetzung der Salzgemenge in einigen anders ist, wie in anderen. — Es mag genügen, wenn ich in der Kürze die besonderen Körper derselben angebe, welche man schon unterschieden hat und mit wenigen Zügen den einen oder andern derselben skizziren.

Schwarzes Pigment der Augen. Mit der Choroidea hängt ein schwarzes Pigment sehr lose zusammen. Man bekommt es leicht durch Ausspülen mit Wasser, woraus es endlich niedersinkt. Man kann es auch durch ein Filter absondern. Es ist unauflöslich in kaltem und siedendem Wasser, in Alkohol, starker Essigsäure, verdünnter Salpetersäure und Salzsäure. Von Kali wird es aufgelöst und von Salzsäure daraus, wiewohl nicht unverändert, niedergeschlagen. Beim Erhitzen schmilzt es nicht und giebt nicht den Geruch der eiweißartigen Körper, aber doch kohlensaures Ammoniak und läßt eine Asche zurück, die phosphorsauren Kalk und Eisenoxyd enthält. Durch Chlor wird es entfärbt.

Einen innigen Zusammenhang zwischen diesem Farbestoff und dem des Bluts kann man nicht verkennen.

Glasfeuchtigkeit. In der hintersten Augenkammer ist diese in einem sehr lockern Zellgewebe vertheilt. — Sie enthält 1,5 % feste Stoffe, die aus Eiweiß, einer bedeutenden Menge Kochsalz und wenig anderen Salzen, Harnstoff und unbekannten extractartigen Stoffen bestehen.

Krystalllinse. Diese besteht ungefähr $\frac{1}{3}$ aus einer eignen Proteinverbindung, die mit dem Globulin für identisch gehalten wird; aber Globulin ist ein Gemenge. Ich habe ihre Zusammensetzung S. 312 mitgetheilt, wo $C = 76{,}437$ berechnet ist. Der Schwefel ist auf dem nassen Wege bestimmt

und daher etwas zu niedrig. Sie coagulirt durch Wärme körnig, sowie auch die Proteinverbindung der Blutkörperchen; eben so wird sie, wie diese, allmälig durch Essigsäure aufgelöst, wenn sie frisch coagulirt ist.

Durch Coagulation des Krystallins entsteht der graue Staar; zuweilen jedoch verschwindet der organische Stoff zum Theil und wird durch phosphorsauren Kalk, kohlensauren Kalk und kohlensaure Magnesia ersetzt.

Wässrige Flüssigkeit. Aeußerst wenig Albumin mit andern auflöslichen Stoffen und Salzen. — Es kommt 98 % Wasser darin vor.

Thränen enthalten 1 % feste Stoffe, worin Kochsalz und unbekannte Stoffe vorkommen.

Nasenschleim. Mit dem Nasenschleim sind Epitheliumzellen gemengt, und eine bedeutende Menge Kochsalz und andere Salze. Der Schleim kann durch ein Filter zurückgehalten werden und ist auch unauflöslich in Wasser, quillt durch Wasser sehr auf und zieht sich durch Kochen nicht zusammen oder wird hart; er ist in verdünnter Schwefelsäure unlöslich; wird von Essigsäure nicht aufgelöst, sondern im Gegentheil hart; durch Kali wieder aufgelöst.

Es ist bekannt, daß der Schleim von verschiedenen Organen andere Reactionen giebt, besonders der der Blase.

Ohrenschmalz. Eine gelbe, milchige Flüssigkeit, die an der Luft fest wird. Enthält einen albuminähnlichen Stoff, Stearin oder Margarin und Elain, gefärbt mit einem braunen, in Aether unauflöslichen, in Alkohol auflöslichen Stoff.

Samen. Es kommt hierin ein eigner Stoff als Hauptbestandtheil vor, der in unauflöslicher Form entleert werden, aber wieder auflösbar werden kann. In Alkohol verliert er das Vermögen auflösbar zu werden, wird im Gegentheil dadurch opalisirend; er scheint eine Proteinverbindung zu sein, die mit Fibrin wohl einige Uebereinstimmung zeigt, aber durch

ihre Löslichkeit in Salpetersäure und langsame Löslichkeit in Kali davon verschieden ist. (Berzelius.)

Amniosflüssigkeit. Enthält ein wenig Eiweiß und andere Stoffe, auch hat man darin Alantoin gefunden. Es kann als Oxalsäure und Ammoniak weniger Wasser angesehen werden, denn es giebt in vielen Fällen Oxalsäure und Ammoniak; z. B. mit Kali erwärmt oxalsaures Kali und Ammoniak; mit Schwefelsäure erwärmt schwefelsaures Ammoniak und $CO$ und $CO_2$. Außerdem kommt Harnstoff in der Amniosflüssigkeit vor (siehe Urin).

Zwei Secrete wollen wir ausführlicher besprechen.

## Milch.

Die Milch kann eine ganz eigenthümliche Flüssigkeit genannt werden, eigenthümlich nicht nur wegen ihrer Zusammensetzung, sondern auch wegen der Verbindung, in welcher sie zur Entwickelung der neuen Individuen steht. Während die Eier legenden Thiere aus einem Keim entstehen, der sich außerhalb entwickelt und durch eine ganze Masse von Stoffen, welche als selbstständiges Ganzes auftreten und von dem Mutterthier losgemacht werden, ohne noch ferner Nahrungsstoffe aus dem Körper des Mutterthieres zu ziehen: ist es bei den lebendige Junge gebährenden Thieren ganz anders; da wird in dem Körper des Mutterthieres selbst der Keim im hohen Grade zu einem neuen Individuum entwickelt und ist das neue Individuum von der Mutter einmal geschieden, so bleibt doch noch eine Verbindung zwischen beiden bestehen; die Mutter ernährt ihre Nachkommenschaft noch kürzere oder längere Zeit mit den Bestandtheilen ihres eigenen Körpers. Fürwahr eine glückliche Einrichtung in der Menschenwelt!

Das Eiweiß aus den Vögeleiern kommt in vieler Beziehung in den Bestandtheilen und dem Zweck mit der Milch überein. Es ist vorzüglich das Weiße des Eies, welches dem

zu entwickelnden Keim die eiweißartigen Stoffe, die Salze anbietet, woraus das neue Individuum entwickelt wird und an Umfang zunimmt. Die Milch ist also in gewißer Bedeutung mit dem Weißen der Eier zu vergleichen. Uebrigens existirt auch ein ganz bedeutender Unterschied zwischen beiden.

Aus dem genannten Gesichtspunkt betrachtet muß die Milch also aus Stoffen bestehen, welche die gewöhnlichen Bestandtheile des thierischen Körpers sind oder nur sehr wenig davon abweichen. In der That ist es so und es war in der Wissenschaft schon viele Jahre bekannt, daß in der Butter das Fett, in dem Käsestoffe die stickstoffhaltende Nahrung, in dem Zucker die stickstoffreie des Thieres beim Gebrauch der Milch vertreten ist. Man konnte nicht daran zweifeln, da man das junge Individuum durch den Genuß der Milch alleine so sehr an Gewicht zunehmen sah. In unsern Tagen ist diese wichtige Thatsache hinlänglich beleuchtet, so daß sie wissenschaftlich begründet heißen mag und man hat sowohl von den wirkenden Bestandtheilen der Milch zugleich mit den daraus zu nährenden Individuen, Rechenschaft ablegen können, als man im Stande ist in der Milch die unorganischen Stoffe zu zeigen, die gerade für das jugendliche Thier unentbehrlich sind.

Keine Flüssigkeit des thierischen Körpers ist mehr untersucht, als die Milch; aber von diesen Untersuchungen haben gegenwärtig nicht alle vielen Werth behalten.

Die Milch ist eine trübe Flüssigkeit, ein helles Liquidum worin feste Molecule schweben und dadurch weiß oder weißlich von Farbe. Wir wollen einige Worte über die darin schwebenden festen Theilchen sagen; man nennt sie Milchkügelchen.

Milchkügelchen. Wenn man Milch mit dem Mikroskop betrachtet sieht man kleine runde Körperchen in Menge darin. Die erste Frage, die man thun muß, ist: sind sie organisirt oder nicht? Zuerst verdient bemerkt zu werden,

daß Niemand darin Kerne hat unterscheiden können, daß sie alle von derselben Art aber darum nicht von derselben Größe sind, daß sie den einzigen Form-Bestandtheil der Milch ausmachen; endlich, daß sie im Allgemeinen nicht das Ansehen von andern zelligen Bestandtheilen des thierischen Organismus besitzen und als kleine glatte Kügelchen erscheinen, die sich zu verschiedenen Reagentien ganz und gar eigenthümlich verhalten. Leeuwenhoek hat diese Milchkügelchen zuerst bemerkt und Treviranus hat zuerst einen Zweifel ausgesprochen ob sie organisirt sind. Durch verschiedene Beobachter ist diese Sache verschieden betrachtet. Einige meinten, daß die Kügelchen der Milch einfache Butterkügelchen seien; andre, daß sie Butter enthielten aber von einer dünnen Hülle umgeben seien, welche — da man sich den Käsestoff in zwei Modificationen vorstellte: eine auflösliche und eine unauflösliche — aus dem unauflöslichen Käsestoff bestehen sollte. In jedem Fall muß diese Hülle äußerst dünn sein, denn die Milchkügelchen kommen an die Oberfläche der Milch und die Butterkügelchen, da sie von einer aus Käsestoff bestehenden Hülle umgeben sind, die auf jeden Fall schwerer als Wasser ist, müssen den hauptsächlichen Bestandtheil der Kügelchen ausmachen.

Die Sache ist noch nicht entschieden und verdient daher eine Betrachtung aus verschiedenen Gesichtspunkten.

Für das Bestehen einer hautartigen Hülle der Butterkügelchen sprechen a) das Nichtzusammenfließen der Butter in der Milch, wenn sie einige Zeit gestanden hat. Sammelt sich Rahm auf der Oberfläche, worin man zusammenhängende Butter findet und worin also sicher die einzelnen Theilchen durch keine Hülle isolirt sind, dann sollten diese Hüllen aufgelöst worden sein. b) die schwierige Verseifung der Kügelchen durch Alkalien wodurch wohl nicht der Käsestoff als umhüllender Bestandtheil angedeutet wird, weil dieser in Alkalien so leicht löslich ist, aber woraus man doch auf die An-

wesenheit einer Hülle glaubte schließen zu dürfen. c) die Veränderung der Form der Milchkügelchen durch Essigsäure, welche Henle vor Allen behauptet, der angiebt, daß nach der Einwirkung der Essigsäure kleine Butterkügelchen aus den Milchkügelchen zum Vorschein kommen und daran kleben bleiben, wodurch sie allerlei Formen annehmen können. *) d) daß Aether und Alkohol, mit Milch geschüttelt die Milchkügelchen wenig verändern, während, wenn jedes Fettkügelchen ohne Hülle wäre, eine Auflösung des Fett's, wenigstens eine totale Aenderung der Form, entstehen müsse. e) daß Essigsäure, zur Milch gefügt, die mit Alkohol und Aether geschüttelt ist, die Milchkügelchen schnell verändert, so daß die Milch, die undurchsichtig bleibt durch zugefügten Aether oder Alkohol, heller wird durch darauf hinzugegoßene Essigsäure und die Butter vom Aether aufgenommen wird. f) daß nach Simon **) in abgedampfter und mit Aether, worin das Fett aufgenommen wurde, ausgezogner Frauenmilch, nichtsdestoweniger kugelförmige Körper vorkommen.

Einen Theil dieser Wahrnehmungen findet man nicht bestätigt bei näherer Untersuchung, so daß diese dann auch als Grund für das Bestehen der Hüllen fallen müssen. Harting ***) z. B. kocht Milch mit Alkohol und sah fast keine Spur von Milchkügelchen mehr übrig, aber ein weißes, aus Flocken Casein bestehendes, Coagulum, welches Coagulum verschwand, wenn man darauf mit Essigsäure erwärmte. Indessen beweist dieser Versuch weder für noch gegen die Hüllen, da es mehr als eine Art von Casein giebt und der Alkohol eine von diesen unten bestimmten auflösen kann.

Die Hüllen sollten also wohl durch den kochenden Alkohol aufgelöst werden können und ein anderer Theil des Ca-

---

*) Allgem. Anatomie S. 943.

**) Froriep's Not. 1839 Oct.

***) HistologischeBemerkungen S. 15.

seins zu gleicher Zeit coagulirt worden sein. Harting sah auch durch Aether die Milchkügelchen verschwinden, ohne dazu Essigsäure zu bedürfen; überdies konnte er in dem Rückstande der eingedampften und mit Aether ausgezogenen Milch keine Kügelchen mehr wahrnehmen, die gleichwohl, dadurch daß sie den Inhalt verloren hatten, alle Zellenform verloren haben und nicht mehr als Hüllen erkennbar geworden sein konnten. Durch Schütteln einer Lösung von arabischem Gummi mit Butter erhielt Harting eine Flüssigkeit, die sich unter dem Mikroskop, auch im Verhalten zu Essigsäure, wie Milch verhielt, wogegen man inzwischen einwenden kann, daß ein consistenter Stoff, wie Gummischleim, wenigstens die Vertheilung der Butterkügelchen erklärt, daß aber in der Milch kein consistenter Stoff anzunehmen ist, der eine solche Scheidung der Butterkügelchen bewirken könnte, im Gegentheil, daß die Milch dünnflüssig ist, wenn die Kügelchen sich an der Oberfläche angesammelt haben. Das Verhalten der Butterkügelchen im arabischen Gummi der Essigsäure gegenüber, welches Harting ebenso fand wie das der Milchkügelchen, kann nichts anderem, als der Einwirkung der Essigsäure auf das arabische Gummi zugeschrieben werden, aber läßt die Frage in Bezug auf die Hüllen noch unentschieden.

In Betreff des Bestehens oder Nichtbestehens der Hüllen in den Milchkügelchen hat Dumas *) zwei Versuche mitgetheilt, die der Berücksichtigung würdig sind. Schüttelt man Milch mit Aether und läßt sie sich klären, so behält die Milch ihr Ansehen und der Aether hat kaum etwas aufgelöst. Mengt man jedoch Milch mit Essigsäure (und kocht man sie) schüttelt sie darauf mit Aether, so wird viel Butter von dem Aether gelöst und die Milch hat ihr Ansehen verloren.

Löst man Kochsalz bis zur Sättigung in Milch und filtrirt, so bekommt man eine hellere Flüssigkeit. Auf dem Fil-

---

*) Comptes Rendus. Tom. 21 p. 707.

ter bleiben die Milchkügelchen, die mit einer gesättigten Auflösung von Kochsalz ausgewaschen werden können. Nach langem Auswaschen findet man noch Casein mit der Butter auf dem Filter. Wäre dieses Casein nun nicht wie eine Haut um die Butter gelegt, dann ließe sich dieses nicht erklären. Dieser Versuch, den ich mehrere Mal mit demselben Resultat wiederholt habe, ist, glaube ich, entscheidend. — Die Hüllen der Milchkügelchen, gut mit Kochsalzlösung ausgewaschen, kann man in einer verdünnten Säure auflösen; dann erst fließt die Butter zusammen.

Van Bueren *) hat unter der Leitung von Donders diesen Punkt untersucht. Er fand in der That einzelne Kügelchen in der Milch, die aus einer theilweise nur mit Fett gefüllten Hülle bestanden. Die gut geformten Zellen in der Milch sind sehr selten; er sah sie in dem Colostrum eines Kaninchens, ein einziges Mal in dem Colostrum einer Frau, wo er auch einmal sehr große Fettkügelchen fand, aus einer Hülle mit fettem Inhalt bestehend. Beide waren sehr verschieden von den eigentlichen Milchkügelchen, die er mit Naße nicht in Milchkügelchen und Butterkügelchen unterscheiden konnte, aber einige fand er von ausgezeichneter Größe, einige von eckigem Aussehen. Vorzüglich bei niedriger Temperatur war die eckige Form zu unterscheiden und verschwand beim Erwärmen, was weder für noch gegen Hüllen spricht, weil in jedem Fall der Inhalt Butter ist, die bei niedriger Temperatur mehr krystallinisch, bei höherer weich ist. Van Bueren fand ferner, daß, wenn Butter mit filtrirter Milch geschüttelt wird, gut zu unterscheidende Butterkügelchen erhalten werden, die dieselbe Veränderung durch Essigsäure erleiden, welche Henle den eigentlichen Milchkügelchen zuschreibt; und eine organische Hülle konnten hier die Butterkügelchen doch

---

*) Zusammensetzung und Entwickelungsweise der Formbestandtheile der Milch. Utrecht 1849. S. 9.

nicht bekommen. — Aus der mikroskopischen Untersuchung von Milch gekocht mit Alkohol, mit Alkohol und ein wenig Essigsäure, oder von sauer gewordener Milch mit Alkohol, lehrte van Bueren, daß beim Kochen mit Alkohol die Milchkügelchen viel mehr ganz blieben, als in den zwei anderen Fällen, in welchen die Kügelchen nur regelmäßig wurden und zuweilen zu großen Fettkugeln zusammenflossen. Milch mit etwas Aether gekocht, gab beinahe dasselbe Resultat wie Alkohol, aber hie und da halbgefüllte Hüllen von Zellen, zum Theil durch den Aether ihres fettigen Inhalts beraubt.

Van Bueren schließt, daß durch unmittelbare Wahrnehmung keine Zellhüllen an den Milchkügelchen wahrzunehmen sein, daß wohl eine Hülle der Fettkügelchen zu bestehen scheint, aber eine solche, welche nicht organisirt ist, nicht selbstständig bestehen kann, und einfach aus einen Stoff bestehen soll, der aus der umgebenden Flüssigkeit auf die Butterkügelchen condensirt ist, ohne darum eine Hülle zu sein, daß gleichwohl einzelne Fettkügelchen zu bestehen scheinen, die eine selbstständige Hülle besitzen, daß diese aber nur in geringer Menge in der Milch gefunden werden*).

---

*) Nach Donné (l'Institut № 450 p. 279) werden die Milchkügelchen zusammengedrückt und von ihrem fetten Inhalt befreit, wenn man sie zwischen zwei Glasplatten drückt. Unter dem Mikroskop sieht man dann die Butter zu länglichen Tropfen zusammenfließen, während die Hüllen der Milchkügelchen zu langen, dünnen, zusammengerollten Körperchen umgeformt werden. — Diese Wahrnehmung ist nicht bestätigt worden.

Das Buttern, wobei die Luft in reichlicher Menge in die Milch geführt wird und wobei die Milch stets sauer wird, ist viel besprochen worden. Das Buttern hat eine Auflösung der Hüllen der Milchkügelchen zur Folge und ist darum bedeutend genug, um aus einem wissenschaftlichen Gesichtspunkte betrachtet zu werden. Man weiß, daß durch das Buttern die Milch stets eine saure Reaction bekommt d. h., daß stets aus dem Milchzucker ein wenig Milchsäure gebildet wird. Dadurch werden die Milchkügelchen von ihrer Hülle befreit eben so wie durch eine schwache Säure — z. B. Essigsäure. — Nach dem Buttern kommt die Butter nicht nur an die Oberfläche getrieben, sondern die Buttertheilchen kleben auch zu größeren Massen zusammen. Das Buttern wird übrigens, wie es scheint durch den Einfluß der Luft nicht befördert, denn im luft-

Die Entstehung der ersten Milch d. h. derjenigen, welche im Thiere während der Schwangerschaft vor der Geburt oder kurze Zeit nach derselben abgeschieden wird, kann vielleicht darüber Licht verbreiten. Ich übergehe diesen Punkt gleichwohl mit Stillschweigen und verweise unter andern auf die Beobachtungen, welche Van Bueren darüber gemacht hat.

Aber etwas muß ich hier noch anführen, daß nach Lassaigne vor der Geburt der Frucht in dem Colostrum Albumin und kein Casein gefunden wird; er fand dieses selbst noch 5 Tage nach dem Gebären bei der Kuh.

Flüssigkeit der Milch. Aus dem Mitgetheilten geht also hervor, daß die Milchkügelchen in einer hellen Flüssigkeit schwimmen; daß die Milchkügelchen selbst alle Butter enthalten und außerdem eine Hülle, daß sie aber nicht organisirt sind. Die Hülle ist eine von den Stoffen, die man unter dem gemeinschaftlichen Namen Käsestoffe begriffen hat; sie ist in der Milch unauflöslich. In der hellen Flüssigkeit sind viele organische Stoffe vorhanden. Zuerst sind in derselben zwei andere Bestandtheile des Käsestoffs anwesend, beide in ganz aufgelöster Form, welche wir unten beim Käsestoffe abhandeln wollen. Ferner kommen verseifbare Fette in aufgelöster Gestalt darin vor, Zucker von eigner Art, Milchzucker genannt, und endlich viele Salze, wovon einige mit

---

leeren Raume geschieht die Abscheidung der Butter in gleicher Weise. Es ist nun bekannt, daß Milchsäure $C_6\ H_{10}\ O_5$ dieselbe Zusammensetzung wie Milchzucker hat $C_{24}\ H_{38}\ O_{19} + 5\ HO = 4\ (C_6\ H_{10}\ O_5) + 4\ HO$, so daß dazu kein Sauerstoff nöthig ist. Aber niemals wird man die Butter abgeschieden finden, als in sauer reagirender Milch, weshalb die Hüllen der Milchkügelchen durch diese Säure aufgelöst werden können.

Indessen befördert das Schütteln der Milch mit Luft — das Buttern — die Abscheidung bedeutend. Der Sauerstoff der Luft befördert schon in sehr kleinen Mengen die umsetzende Wirkung, welche der Käsestoff ausübt, wenn aus dem Milchzucker Milchsäure entsteht. Diese Milchsäure ist es dann, welche die Hüllen des unauflöslichen Käsestoffs löslich macht.

dem Käsestoff chemisch gebunden zu sein scheinen. — Uebrigens sind noch organische, wenig bekannte Körper darin vorhanden, worüber unten ausführlicher gesprochen werden soll, wie auch über den abwechselnden Gehalt an freier Milchsäure in der Milch.

Man hat früher von Verschiedenheit in der Reaction der Milch gesprochen. Berzelius hat sie sauer gefunden, andere, meinten, daß sie alkalisch sei, Donné glaubte, daß sie alkalisch abgeschieden werde, aber rasch sauer werde. — D'Arcet und Petit haben dieses entschieden *). — Die Milch von im Stall stehenden Kühen fanden sie stets sauer, von Kühen, die auf die Weide gehen, alkalisch. Sie glauben daher, daß die normale Reaction der Milch von Thieren, die freie Bewegung haben, alkalisch sei, daß aber kleine Einflüsse die Reaction verändern können. Und in der That giebt es vielleicht keine Flüssigkeit, in welcher so viel Gelegenheit zur Entwickelung von Säuren gegeben wäre, als gerade in der Milch.

Nach einiger Zeit Ruhe sammelt sich an der Oberfläche der Milch eine Lage der oben erwähnten Milchkügelchen (Rahm). Die Milchkügelchen sind durch ihren Fettgehalt leichter als die Flüssigkeit. Je mehr Kügelchen darin vorkommen, desto dicker ist die Schicht des Rahms. Sie ist verschieden bei verschiedenen Thieren und bei demselben Thiere verschieden nach der Nahrung, welche es zu sich genommen hat. Läßt man die Milch in einem hohen Glase stehen, so kann man die Quantität des Rahms messen. Ein solches Glas heißt Rahmmesser; ein Maaß für die Tauglichkeit der Milch ist es nicht, weil der Rahm aus Butter und sehr wenig unauflöslichem Käsestoff besteht; der Rahmmesser lehrt nichts von der Menge des auflöslichen Käsestoffs, vom Zucker oder den Salzen kennen: ein Rahmmesser ist daher keineswegs ein Milchmesser.

---

*) Berzelius Jahresbericht. Bd. 20 S. 579.

Eben so wenig kann das Areometer ein Milchmesser sein. Mehr Wasser in der Milch erniedrigt ihr spec. Gewicht; mehr Butter ebenfalls. Weniger Wasser erhöht ihr spec. Gewicht, mehr aufgelöster Käsestoff gleichfalls. Milchwagen — wie man sie unter diesem Namen verkauft — bestehen also nicht in der Form der Areometer *).

Der Geruch der Milch ist sehr verschieden, je nach dem Thiere, von welchem sie herrührt. — Im Allgemeinen mag der Geruch süß genannt werden.

Durch viele Agentien wird die Milch verändert, da aber die Einwirkung von mehreren Milchbestandtheilen abhängig ist, so kann darüber im Allgemeinen Nichts gesagt werden.

Käsestoffe. Wenn man Milch durch Salzsäure in der Wärme coagulirt und mit Wasser auswäscht, dann das Coagulum mit sehr verdünnter Salzsäure auf eine warme Stelle setzt, so wird es aufgelöst und die Butter kommt in die Höhe gestiegen. — Aus der klaren Flüssigkeit schlägt kohlensaures Ammoniak einen Bestandtheil nieder; wird dieser durch ein Filter entfernt, so kann eine größere Menge Salzsäure einen zweiten Bestandtheil fällen. — Beide kommen in dem sogenannten Käsestoff vor **).

Mischt man Milch mit einer gesättigten Kochsalzauflösung, so kann man die Milchkügelchen durch ein Filtrum absondern. Aus der klaren Flüssigkeit kann man durch Salzsäure erst einen Bestandtheil des sogenannten Käsestoffs niederschlagen, einen andern darauf durch Erhitzen der klaren abfiltrirten Flüssigkeit.

Aus diesem letzten Versuch folgt, daß der Käsestoff aus dreierlei besteht: ein Theil, welcher in der Milch unauflöslich

---

*) Donné und Dieu haben Milchmesser zusammengestellt, siehe Comptes rendus 1848, wo man einen Typus von Prioritätsstreit darüber finden wird.

**) Scheik. Onderz. Deel IV. p. 483.

ist, zwei die aufgelöst sind und welche durch Salzsäure getrennt werden können.

Schloßberger hat, wie ich es mittheilte, den erstgenannten Versuch wiederholt *), wobei er den Niederschlag durch Salzsäure in Wasser, dem Salzsäure zugesetzt war, auflöste. Dagegen ist Bopp, Assistent am Gießener Laboratorium, natürlich aufgetreten **), der behauptete, daß das Casein nur einen Bestandtheil enthalte.

Der letzte Versuch ist leicht anzustellen. Man menge viel Kochsalz mit Milch, filtrire, halte Salz im Ueberschuß auf dem Filter und wasche mit einer gesättigten Salzlösung aus. Solchergestalt bekommt man — wie lange man auch auswäscht — Milchkügelchen auf dem Filter, die aus Butter und einer Hülle bestehen, welche alle Reactionen der Proteinstoffe zeigt. Sie ist in nicht saurer Milch unauflöslich; sie wird durch Essigsäure, Milchsäure und andere Säuren auflöslich gemacht. Niemand kann diesen Stoff für denselben halten, wie den aufgelösten, der in der Milch vorkommt. Ich will ihn Globo-Casein nennen; der Name unauflösliches Casein giebt Verwirrung mit dem Coagulum des ganzen Gemenges, welches wir also noch Casein nennen ***).

Mengt man zu der klaren Flüssigkeit, die von dem Filter, auf welchem die Milchkügelchen durch Kochsalz abgeschieden zurückbleiben, abfließt, Salzsäure, so fällt man von den beiden auflöslichen in der Kochsalzlösung enthaltenen Stoffe, einen in großer Menge. Filtrirt man diesen Niederschlag ab und erwärmt dann die Flüssigkeit, so wird sie trübe und setzt einen dritten Körper in der Form von weißen Flocken ab, dessen Menge gleichwohl viel geringer ist als die des bei ge-

---

*) Ann. der Ch. u. Pharm. Bd. 58 S. 92.

**) Ibid. Bd. 69. S. 16.

***) Gros (Comptes rendus. Tom. 22. p. 40 u. 131) färbt diese Hüllen durch Jod, nach Einwirkung von Chlor.

wöhnlicher Temperatur durch Salzsäure entstandenen Niederschlags.

Es ist nicht die Frage, ob diese drei Körper in den Eigenschaften und der Zusammensetzung einander nahe stehen oder ob man sie für denselben Stoff hält, so wie Bopp es behauptet hat. — Von dem Globo-Casein, welches im Kochsalz unauflöslich ist, während sich die beiden anderen darin lösen, ist in dieser Unauflöslichkeit genug Unterschied vorhanden. Von den beiden andern ist ein eigentlicher Unterschied angegeben, indem der eine in Salzsäure unauflöslich ist, während der andere durch Wärme gefüllt wird. — Diese beiden letzten Niederschläge, durch Salzsäure bei gewöhnlicher Temperatur und in der Wärme entstanden, sind beide salzsaure Verbindungen; den Letzten fand ich nicht immer anwesend.

Eine andere Untersuchung kann beweisen, ob diese beiden wirklich verschieden sind, aber keine genauere Untersuchung kann das Globo-Casein mit dem auflöslichen und in der Milch aufgelösten Casein für identisch erklären. Einer der auflöslichen Stoffe reagirt nicht mit Kali auf Silberblech.

Wir haben also bei der Coagulation der Milch durch Lab oder durch Säuren wohl zu unterscheiden, daß das Globo-Casein bereits unlöslich ist und also nicht coagulirt wird; die Coagulation tritt allein bei dem Aufgelösten ein, dieses mag ein einfacher Körper sein oder aus zwei verschiedenen bestehen.

Unsere Kenntniß des Caseins hat für das Gegenwärtige, insofern es seine Zusammensetzung betrifft, allein Beziehung auf das Gemenge der oben genannten Stoffe. Das Globo-Casein wird durch schwache Säuren aufgelöst, eben so wie der durch Säuren entstandene Niederschlag von auflöslichem Käsestoff wieder in Wasser auflösbar wird. Kochsalz war und ist noch das einzige Trennungsmittel der beiden, welches ich kenne, ich habe aber die so getrennten Stoffe nicht näher untersucht und wir müssen uns also mit dem Resultate der

Analyse des Gemenges begnügen. Nach meinen früheren und neueren Versuchen ist die Zusammensetzung *) diejenige, welche ich oben S. 1017 schon mitgetheilt habe. Auch der Schwefel kommt hier als $SN_2H_4$ vor.

Werden diese Stoffe in verdünnter Salzsäure aufgelöst mit kohlensaurem Ammoniak gefüllt und gehörig von Fett befreiet, dann bekommt man die Substanz, dessen Zusammensetzung S. 1017 oben schon mitgetheilt ist.

Daß das sogenannte Casein bei der Auflösung in Salzsäure und Füllung durch kohlensaures Ammoniak eine andere Zusammensetzung bekommt, als es ursprünglich hatte, besonders einen größeren Sauerstoffgehalt, verdient vorzüglich bemerkt zu werden; es nähert sich dadurch in der Zusammensetzung ganz dem Fibrin, was man bemerken kann, wenn wir die Zusammensetzung des Fibrins und des aufgelösten Caseins — beide von dem $SN_2H_4$, welches sie enthalten, abgeleitet — neben einander und daneben dieselbe Verbindung des Eiweißes stellen **) (C = 75,12).

| | Eiweiß v. Eiern | Eiweiß des Serums | Casein | Fibrin | Casein, aufgelöst und gefüllt |
|---|---|---|---|---|---|
| C | 55,6 | 55,0 | 54,8 | 54,4 | 54,1 |
| H | 7,1 | 7,2 | 7,1 | 7,0 | 7,0 |
| N | 14,4 | 14,5 | 15,1 | 14,4 | 14,7 |
| O | 22,9 | 23,3 | 23,0 | 24,2 | 24,2 |

Nach diesen Analysen ist Niemand im Stande, das aufgelöste und wieder gefällte Casein vom Fibrin zu unterscheiden. Es ist allein ein sehr kleiner Unterschied im Sulphamid-Gehalt, welcher Schwefel 1,2 % beim Fibrin, und 0,6 % bei dem in Salzsäure aufgelösten und durch kohlensaures Ammoniak wieder gefälltem Casein liefert. — Phosphor kommt übrigens im Casein nicht vor, aber eine bedeutende Menge

*) Scheik. Ouderz. Deel IV. p. 278.
**) Ibid. p. 400.

phosphorsaurer Kalk, chemisch mit ihm verbunden — in dem Casein von Kühen 6 %.

Sowie das Fibrin und Albumin in zwei verschiedenen Zuständen vorkommen können, auflöslich und unauflöslich, so können dieses auch die beiden gut unterscheidbaren Arten des Caseins. Der unauflösliche, der, welcher die Hüllen der Milchkügelchen bildet, ist unauflösbar und wird auflösbar gemacht durch schwache Säuren, woraus er durch kohlensaures Ammoniak wieder niedergeschlagen werden kann. Der, welcher auflöslich ist, kann durch Säuren gefällt und unauflösbar gemacht, durch Verdünnung mit Wasser darin aufgelöst und durch kohlensaures Ammoniak wieder gefällt werden. Diese beiden Stoffe verhalten sich übrigens in der Auflösung gegen Reagentien wie Eiweiß oder Fibrin, sind aber durch andere Eigenschaften wieder davon verschieden. Eins der beiden Caseine ist namentlich in Alkohol in gewissem Grade auflöslich. Das aufgelöste Casein wird durch die Wärme nicht so wie Eiweiß gefällt, durch Lab dagegen wieder aus dem gelösten in den ungelösten Zustand übergeführt. Es wird dann gemengt mit dem unauflöslichen, mit dem, welches die Hüllen der Milchkügelchen bildet und tritt dann mit Butter gemengt als Käse auf, wenn man die Milch coagulirt.

Bei der Verdauung wird das aufgelöste Casein durch die Säure des Magensaftes erst fest, dann aber in dem Wasser der Milch wieder aufgelöst; bei Säuglingen, die an Säure leiden, ist es nichts Ungewöhnliches, daß sie coagulirtes Casein ausbrechen; das Brechen ist selten, nicht die Anwesenheit eines Coagulums; bei gesunden oder kranken Menschen, bei alten oder jungen, stets wird nach dem Genuß von Milch das vorher aufgelöste Casein im Magen gefällt und darauf wieder aufgelöst.

Die Auflösung geschieht indessen bei der Anwesenheit von viel Säure nicht schnell. Das Leiden an Säure ist bei Kindern ein Zustand der Umsetzung des Magensaftes, wobei aus

dem Milchzucker der Milch Milchsäure entsteht. Zuweilen geschieht es plötzlich und in bedeutendem Maaße. Die Menge der gebildeten Milchsäure kann dann zu groß sein, um das Coagulum wieder aufzulösen, der Magen wird dadurch erschöpft und bringt die feste Masse nach außen.

Es existirt keine häufigere Ursache von Zerstörung des Menschenlebens, als die sogenannte Säure; das beste Vorbeugungs- oder Heilmittel ist: bessere Nahrungsmittel. Die Negerkinder in Surinam sterben eben so oft an schlechten Nahrungsmitteln, als die der geringen Classe bei uns; die Bananen und das Arrowroot haben für Kinder denselben geringen Werth.

Das Coaguliren der Milch ist der Gegenstand vieler Untersuchungen gewesen, besonders das durch Lab hervorgebrachte. Berzelius hat darüber die ersten guten Versuche angestellt. Er wusch das Lab mit Wasser gut ab und trocknete es. Er nahm auf 1800 Theile Milch 1 Theil Lab, erwärmte die Milch langsam damit bis auf 50° C. und hielt sie bei dieser Temperatur so lange, bis alle Milch geronnen war; in der Flüssigkeit blieb nur eine Spur Käsestoff übrig. Das Stückchen Lab wurde aus der Milch genommen und wieder getrocknet; es wog 0,94. Also haben 180,000 Theile Milch 6 Theile Lab nöthig, um coagulirt zu werden. Diese sehr geringe Menge ist folglich auf keine Weise chemisch mit dem Casein verbunden worden.

Sonst hielt man das Lab für die Schleimhaut des Magens, besonders bei jungen Individuen; man glaubte in dem Magen der Säuglinge etwas Eigenthümliches zu sehen, in dem Magen der neugebornen Kinder ein besondres Vermögen zu finden Frauenmilch zu coaguliren.

Das Lab ist jedoch nach Mitscherlich nicht die inwendige Haut des Kälbermagens, sondern dessen Peritonäum-Bekleidung, so daß sehr verschiedene Stoffe des thierischen Organismus dieses Vermögen besitzen (siehe S. 1015). Er sah

von der Peritonäum-Bekleidung des Blinddarms dieselbe Wirkung in Bezug auf das Gerinnen der Milch, wie bei der des Magens. Eine saure Reaction des wässrigen Auszugs des Labs oder der äußeren Bekleidung des Blinddarms sah er nicht, und schreibt daher auch keiner Säure, folglich auch der Milchsäure nicht, die Coagulation der Milch zu. Es ist bekannt, daß die Milch durch Lab gut coagulirt wird, wenn man erst das Stückchen Lab in Wasser weichen läßt und gut abwäscht. An einen Gehalt an Säure — Milchsäure z. B. — welche im Lab vorkommen und durch Wasser ausgezogen sich mit dem Käsestoff verbinden sollte, so daß aus einem auflöslichen ein unauflöslicher milchsaurer Käsestoff entstände, kann man also nicht denken. Die Zusammensetzung des festgewordenen Käsestoffs bestätigt eine solche Meinung keineswegs, und sollte noch Jemand daran zweifeln: das Coaguliren der Milch durch Essigsäure sowohl als durch andere Säuren, durch einige Zeit lang angebrachte Wärme allein, vor allem jedoch das Coaguliren durch Essigsäure und ein wenig Wärme, nimmt der Meinung allen Grund, daß eine Bildung von Milchsäure dem Gefälltwerden des Käsestoffs stets vorangehen sollte.

Die Coagulation des Käsestoffs muß unter dem allgemeinen Begriff der Dimorphie gefaßt werden; weiter gehen wir hierin nicht. Die Dimorphie mag hier beim Käsestoff durch verschiedene Körper unter verschiedenen Umständen hervorgebracht werden, sowie durch Säuren von verschiedener Art, wozu dann auch die Milchsäure gehört: in keinem Fall ist es eine Verbindung des Käsestoffs mit einer Säure, welche dieses coagulirte Casein ausmachen sollte. Das Lab ist ein Stoff im Zustande der Umsetzung, und es ist diese Umsetzung, welche eben so wie Essigsäure und Wärme den Käsestoff fest machen kann.

Mehr wissen wir nicht davon. Das Eiweiß, welches durch Wärme allein bei 62° ungefähr — verschieden jedoch für verschiedene Eiweißsorten und anderen Alkaligehalt — ge-

fällt wird, wird nicht fest durch Verbindung mit anderen Körpern, eben so wenig wie der Käsestoff. Aber der Käsestoff fordert zuweilen die Anwesenheit von anderen Körpern, von wie verschiedener Art sie dann auch sein können und in wie kleiner Menge sie auch nur dazu erforderlich sind, damit ihre Molecule ein andere Stellung gegeneinander annehmen sollen.

Nach Selmi *) kann Lab dann noch die Milch coaguliren, wenn es alkalisch reagirt, selbst wenn vorsätzlich Natron zugefügt ist und es wird also die zuweilen gebildete Milchsäure von keinem Einfluß auf die Coagulation sein, weil nach der Coagulation die Milch die alkalische Reaction behalten hat. Hiezu hat sie gleichwohl eine viel höhere Temperatur nöthig, als bei Abwesenheit von alkalischer Reaction, sogar 55° bis 60°. — Umgekehrt sah er Lab im Stande Käsestoff, der in einer Säure aufgelöst war, wieder zu coaguliren. Er fällte Milch mit Essigsäure oder Oxalsäure und löste das Casein in einem Ueberschuß der Säure wieder auf. Lab präcipitirte hieraus das Casein auf's Neue. Milchsäure und Salzsäure waren nicht im Stande, aus der essigsauren oder kleesauren Auflösung das Casein niederzuschlagen.

Nach Rochleder **) jedoch, soll jede Art Casein in Wasser unauflöslich sein, während die auflösliche Art, die in der Milch angenommen wird, eine Verbindung von Casein mit Alkali oder einer alkalischen Erde ist, die selbst mit einigen Basen verbunden in schwachem Alkohol aufgelöst werden kann. Er fällt das Casein aus Milch durch Schwefelsäure, entfernt die größte Menge der Säure durch Waschen, löst in kohlensaurem Natron auf, läßt die größte Menge Butter sich abscheiden und nimmt die klare Flüssigkeit mit einem Heber weg. Durch Schwefelsäure oder Essigsäure fällt er dann das Casein, das er mit Alkohol und Aether auszieht.

---

*) Journal de Pharm. et de Chim. Tom. 9. p. 265.
**) Annalen der Ch. u. Pharm. Bd. 45. S. 253.

Auf diese Weise wird das Casein unauflöslich. Das bezweifelt Niemand, aber es ist es durch Schwefelsäure geworden, wodurch die Milch zu Anfang präcipitirt worden ist; Schwefelsäure ändert auflösliches Casein in unauflösliches um; einmal unauflöslich geworden, bleibt es so.

Wäre es ein Alkali oder eine alkalische Erde, welche den Käsestoff in der Milch aufgelöst enthielt, dann müßte jede Säure, auch Essigsäure, den Käsestoff unverzüglich fällen. Bei gewöhnlicher Temperatur geschieht dieses aber nicht. — Die saure Milch der Kühe bei der Stallfütterung widerlegt ganz und gar die Ansicht Rochleders.

Durch das Buttern wird das Casein in Eigenschaften und Zusammensetzung verändert. Nach einer Analyse, die ich von demselben vor vielen Jahren gemacht habe, besteht es aus (C = 75,12) *).

| | |
|---|---|
| C | 54,5 |
| H | 7,3 |
| N | 14,0 |
| OS | 22,9 |
| $P_2O_5$ | 1,3 |

Es scheint Milchsäure und Phosphorsäure chemisch gebunden zu enthalten.

Das Sauerwerden der Milch, wobei es fest wird, geschieht unter Aufnahme von Sauerstoff; welche Veränderung der Käsestoff hiebei erleidet, ist nicht bekannt, aber das ist sicher, daß Milchsäure gebildet wird und daß die Milchsäure sich hier wie beim Buttern mit dem Käsestoff verbindet.

Ist ein wenig Milchsäure in der Milch, so kann man sie nicht erwärmen, ohne daß sie gerinnt, dadurch wird dann die Milchsäurebildung vergrößert. Man kann jedoch solche ein wenig sauer gewordene Milch nach Zufügung von ein wenig kohlensaurem Natron noch erhitzen, ohne daß sie fest wird.

*) Nat. en Sch. Archief. Deel VI. p. 160.

Das Casein giebt bei der Fäulniß und bei der Einwirkung von starken Agentien dieselben Zersetzungsproducte wie die anderen Proteinverbindungen. — Sie nähert sich in einigen Eigenschaften dem Legumin, in anderen dem Pflanzenschleim, in anderen dem Eiweiß.

Fr. Simon *) meint, daß das Globulin des Bluts Casein ist. Er befreit Blut von Fibrin, erwärmt es bis 48°, fügt gut ausgewaschenes Lab dazu und sättigt das freie Alkali mit ein wenig Essigsäure. Hiebei wird das Blut dick und setzt auf dem Boden eine feste Masse ab, die er für Casein hält. Man wäscht aus den Blutkörperchen den Farbestoff und behält das Globulin über, das er jetzt als Casein anzieht. Er kochte auch Blutkuchen, so viel als möglich vom Serum befreit, mit schwachem Alkohol aus und löste darin Hämatin und Casein.

Was Simon für Casein hält, ist wohl ein Körper, der einige Eigenschaften des Casein besitzt, aber wieder andere, dem Casein zukommende, entbehrt. Ich habe schon bemerkt, daß die Hüllen der Blutkörperchen aus mehr als einem Stoff bestehen: einer derselben kann mit Casein übereinstimmen, es bleibt aber dann noch die Frage mit welchem, da das Casein selbst zusammengesetzt ist.

Butter. Die Butter ist ein sehr zusammengesetzter Körper. Chevreul fand darin Margarin, Elain, Butyrin, Caprin und Capron, welche fünf Stoffe alle verseifbar sind, und also Margarin-, Elain-, Butter-, Caprin- und Capronsäure bilden. Die drei letzten Säuren sind flüchtig und geben den Geruch nach ranziger Butter. Bromeis **) hat ein eignes Elain darin gefunden, das Eleo-Butyrin heißen mag und zu Eleo-Buttersäure verseifbar ist: $C_{42}H_{62}O_5$. Nach

*) Archiv der Pharmacie. Bd. 18. S. 35.
**) Annal. d. Chemie u. Pharmacie. Bd. 42. S. 46.

Bromeis soll das Verhältniß der frischen Butterbestandtheile im Mittel das folgende sein:

| | |
|---|---|
| Margarin . . . . . . . . | 68 |
| Eleo-Butyrin . . . . . . . | 30 |
| Butyrin, Caprin, Capron . . | 2 |
| | 100. |

In verseifter und mit einer Säure zersetzter Butter fand Lerch *) Margarinsäure und Eleo-Buttersäure, Caprinsäure, Capronsäure, Caprylsäure und Vaccinsäure. Durch diese letzte wird zuweilen die Buttersäure und Capronsäure ersetzt.

| | |
|---|---|
| Buttersäure . . . | $C_8H_{16}O_4$ |
| Capronsäure . . . | $C_{12}H_{24}O_4$ |
| Caprylsäure . . . | $C_{16}H_{32}O_4$ |
| Caprinsäure . . . | $C_{20}H_{40}O_4$. |

Diese flüchtigen Fettsäuren und im Ganzen die Fette sind jetzt unter einen allgemeinen Gesichtspunkt gebracht, insofern sie nämlich aus $nCH_2 + O_4$ als fette Säuren bestehen. Sie werden leicht in einander übergeführt, und wie Pelouze und Gélis gelehrt haben, wird die Buttersäure leicht aus Zucker erhalten **). Man menge Zucker mit Käse und Wasser und füge Kreide hinzu.

Der Zucker wird in Milchsäure verwandelt, entwickelt Kohlensäure und Wasserstoff unter dem zersetzenden Einfluß des Caseins und bildet eine bedeutende Menge buttersauren Kalk ***).

Alle Arten von Zucker werden auf diese Weise zersetzt, auch unter dem Einfluß von Fleisch, Fibrin, Albumin, Hefe: Aber auch Stärke, Gummi, Dextrin, Lactin, das ist Milch-

*) Berzelius Jahresbericht. Bd. 24, 690.

**) Poggendorfs Ann. 1843. №. 8 p. 625.

***) Lehmann bereitete aus Eiweiß, Fett und Milchzucker, Milchsäure und Buttersäure. Hier ist das Eiweiß das Ferment, die Buttersäure entstand aus dem Fett, die Milchsäure aus dem Milchzucker.

zucker, geben Buttersäure und nicht nur diese Körper thun es sondern auch viele Stoffe des Pflanzenreichs, was um so weniger befremdend ist, da sie Protein und Zucker, Gummi oder Stärke enthalten.

Fibrin, Albumin, Casein geben desgleichen für sich allein Buttersäure, sei es nur diese, sei es daß daraus Caprinsäure, Caprylsäure, Capronsäure und Valeriansäure $C^{10} H^{18} O^3, H^2 O$ eine Säure, identisch mit der, die als Phocensäure von Chevreul im Thran gefunden ist, gebildet worden sind.

Die Bildung dieser flüchtigen Säuren aus Zucker rc., schließt sich an die aus Fibrin, Casein rc., worin Zucker mit als integrirender Bestandtheil vorkommt. Aus faulendem Fibrin bereitet man eine bedeutende Menge derselben und alter Käse bekommt von diesen flüchtigen Säuren den eigenthümlichen Käsegeruch. Das smegma organorum genitalium, zum großen Theil aus Casein zusammengesetzt, giebt bei seiner Zersetzung die flüchtigen Säuren und der Fußschweiß verdankt seinen Gestank mit diesen flüchtigen Säuren.

Es ist stets der Zucker der Proteinverbindungen, der sie entstehen macht, und Pelouze und Gélis konnten sie in bedeutender Menge dadurch aus sich zersetzenden Käse darstellen, worin schon Zucker vorkommt und der die genannten flüchtigen Säuren schon von selbst giebt, — daß sie noch vorsätzlich eine bedeutende Menge Zucker hinzufügten.

Durch diese Eigenthümlichkeiten ist die Bildung der flüchtigen Fettsäuren aus verseifter Butter gleichwohl noch nicht erklärt. In der frischen Butter sind doch Margarin, Eleo-Butyrin, Butyrin, Caprin, Capron, Capryl, Vaccin vorhanden, in welchen die zu jedem Fettstoff gehörenden flüchtigen Fettsäuren mit Lipyloxyd verbunden sind.

Da bei alledem in dem Organismus aus Zucker die flüchtigen Fettsäuren — Buttersäure, u. s. w. — entstehen, müssen sie mit Lipyloxyd vereinigt werden, damit sie als Bu-

tyrin u. s. w. in der Butter vorkommen. — Auf welche Weise man sich dieses vorzustellen hat, habe ich S. 258 angegeben. In den Milch abscheidenden Organen selbst muß diese Umsetzung vor sich gehen, in so fern es das Eleo-Butyrin, Butyrin, Caprin, Capron, Capryl und Vaccin betrifft; das Margarin ist ein allgemeiner Bestandtheil des Körpers und geht einfach in die Milch über.

Daß die allgemeinen Fette des Körpers, z. B. das Margarin bei dem Genuß von Mehlspeisen nicht in Butyrin, Caprin, u. s. w. umgewandelt werden, kann man daraus ableiten, daß stillende Frauen gerne Mehlspeisen und Zucker genießen, und die Milchabscheidung dadurch sehr befördert wird, daß die Milchabscheidung schnell aus der genommenen Speise zu Stande kommt. Eine Bildung des Butyrins, Caprins u. s. w. aus Margarin in dem Körper der Mutter kann nicht wohl angenommen werden, weil eine Umwandlung von Caprin, Butyrin u. s. w. in Margarin in dem Säugling vor sich zu gehen scheint, da wenigstens keine Anhäufung dieser Fette bemerkt wird und weil wir wohl eine Veränderung von Zucker in die genannten flüchtigen Fettsäuren kennen aber bis heute in dem Organismus noch nicht aus Margarin oder Elain die flüchtigen Fettsäuren haben entstehen sehen. —

Was auch hier geschehen möge, ein Theil der Butter kommt sicher direct von den Fetten der Mutter, das Margarin namentlich, ein anderer Theil kann aus dem Zucker, der in dem Blute vorkommt, entstehen. Der Zucker der Milch und diese Fette der Butter, — die nämlich flüchtige Fettsäuren geben können — haben dann denselben Ursprung, entstehen bei den Pflanzenfressern entweder nicht oder nur zum kleinen Theil aus den Proteinverbindungen der Nahrung, sondern vorzüglich aus der Stärke, dem Zucker u. s. w., während sie bei den Fleischfressern aus dem Zucker der zersetzt werdenden leimgebenden Gewebe und der Zersetzung der Proteinverbindungen entstehen. — Bei den Fleischfressern haben also Casein,

Zucker und flüchtige Fette dieselbe Quelle woraus sie entstehen, nämlich die genossenen Proteinverbindungen. —

Das Ranzigwerden der Butter besteht in einer Zersetzung des Butyrins, Caprins u. s. w., in der Abscheidung des Glycerins und dem Freiwerden der flüchtigen Fettsäuren. Je besser die Butter durch Auswaschen vom Casein befreit ist, desto schwieriger wird sie ranzig; das Casein wirkt hier wie ein Ferment.

Die Methode von Pelouze und Gélis dient sowohl zur Bereitung von Milchsäure, als auch von Buttersäure. Sie verdient um so mehr unsere Aufmerksamkeit, weil wir dadurch auf den wichtigen Dienst gewiesen werden, welchen die Milchsäure im Organismus zu leisten scheint. Der Organismus ist von Milchsäure durchdrungen; die Muskelmasse ist sauer davon, insofern das Blutgefäßsystem, von welchem sie durchwebt ist, außer Rechnung gelassen wird, wie es Berzelius vor vielen Jahren schon gezeigt hat. — Es wird also neu gebildete Milchsäure sein, welche in der Milch zur Entstehung der genannten flüchtigen Fette beiträgt.

Milchzucker. Man bereitet ihn aus dem Serum der Milch, das heißt aus der Füssigkeit, welche nach Abscheidung des Käses mittelst Lab, übrigbleibt, durch Abdampfen. Es ist eine eigenthümliche Zuckerart, deren Zusammensetzung $C_{24} H_{38} O_{19} + 5 HO$ ist, und so viel man jetzt weiß, allein in der Milch gefunden wird. Der Milchzucker wird durch verdünnte Säuren und Wärme in Glucose verändert. Einige Chemiker haben Unterschied zwischen dem Milchzucker aus Milch von verschiedenen Thieren gefunden und eine verschiedene Menge Schleimsäure durch Behandeln mit Salpetersäure daraus erhalten. Der Milchzucker bewirkt eine Reduction des Kupferoxyds in Kali, ebenso wie Glucose, zu Kupferoxydul.

Zu den Verschiedenheiten, worin Milchzucker von andern Zuckerarten abweicht, gehört die Bildung von Schleimsäure

mit Salpetersäure, gerade so wie das arabische Gummi. Dann geht er durch Hefe nicht in den gewöhnlichen Gährungszustand, in Gährung über. Bei gewöhnlicher Temperatur wird er durch Casein leicht, durch Lab sehr schnell in Milchsäure verwandelt. Durch Hefe geht er zum Theil auch in Milchsäure über *). Das Casein ist aber das Ferment für Milchzucker. Bei einer höhern Temperatur, als die Gährungs-Temperatur des Rohr- und Traubenzuckers ist, verändert das Casein den Milchzucker in Traubenzucker, und diesen dann in Alkohol und Kohlensäure. Die Bereitung von geistigen Getränken aus Milch war lange Zeit bezweifelt, bis Schill, Heß und Cagniard la Tour dieses beleuchtet haben; der letzte hat auch behauptet, daß bei 30⁰ und mit viel Hefe Milchzucker ebenfalls in Gährung gerathen kann.

Wenn man zuweilen den Säugling, nachdem er sich an der Mutterbrust gesättigt hat, dumpf und schläfrig werden sieht, so sollte man geneigt sein an Bildung einer kleinen Menge Alkohol aus Milchzucker durch Casein zu denken. Bei Erwachsenen spürt man jedoch nach dem Genuß von Milch Nichts einer solchen Wirkung und es bleibt deshalb problematisch, ob beim Säugling, wo indessen einige Verrichtungen so viel stärker sind, wie z. B. das Athmen und der Blutumlauf, wo die Magenwände ein so großes Umsetzungsvermögen besitzen, in der That eine solche theilweise Alkoholbildung stattfindet. Sicher ist es, daß der Säugling, der sich recht etwas zu Gute gethan hat, halb betrunken erscheint, dumpf und schlaftrunken wird und in einen Zustand zu gerathen scheint, als wenn er eine kleine Menge eines narcotischen Stoffes zu sich genommen hätte.

Der Milchzucker ist im Organismus, was das Vermögen

---

*) Ann. der Pharmacie Bd. 31, S. 152, Schill, der schon 1833 diesen Gegenstand behandelt hat und also von Heß, Berzelius Jahresbericht 1839 S. 627.

zu nähren anbetrifft, nicht von dem Rohr- und Traubenzucker zu unterscheiden. Er scheint sehr schnell, wenn er als Nahrung genommen wird, sich in Traubenzucker zu verwandeln.

Er erleidet im Magen oftmals dieselbe Umwandlung, der er bei Sommertemperatur in der Milch unterworfen ist, nämlich in Milchsäure.

Der Milchzucker entsteht theils aus der genossenen Stärke, theils aus den zersetzten Proteinverbindungen des Mutterthieres. Mehlspeisen befördern die Menge des Milchzuckers in der Frauenmilch bedeutend. Die Milch der fleischfressenden Thiere enthält aber auch, wie man unten sehen wird, Milchzucker, welcher aus nichts Anderem entstehen kann, als aus Zucker, durch Zersetzung des leimgebenden Gewebes und der Proteinverbindungen gebildet.

Milchsäure. Diese Säure kommt in der sauren Milch vor, fehlt aber in der Regel auch nicht in der süßen Milch in wie geringer Menge sie auch darin enthalten ist. Die Milchsäure kann in großer Menge aus Milchzucker aber auch aus anderem Zucker bereitet werden, durch Stoffe verschiedener Art, die in der Zersetzung begriffen sind, z. B. Casein (siehe S. 1230).

Extractartige Stoffe der Milch. Nach Entfernung des Käsestoffes, der Butter und des Milchzuckers aus der Milch, bleiben die Salze und formlosen Körper übrig.

Sie werden durch Verdampfung des Milchserums erhalten und sind zum Theil in Alkohol auflöslich. Berzelius hält sie im Allgemeinen für gleich mit den extractartigen Stoffen des Fleisches, aber er sagt, daß er sie nicht sorgfältig untersucht hat, und Niemand nach ihm hat dieses gethan.

Ob noch andere bestimmte, gut gebildete und bekannte Körper, von denen wir wissen, daß sie Zersetzungsproducte der Hauptstoffe des thierischen Organismus sind, in der Milch vorhanden sind, ist nicht bekannt, aber auch nicht wahrscheinlich. Die Milch ist ein ganz und gar eigenthümliches Secret,

und viel eher Blut in einer eigenthümlichen Form, als ein eigentlich sogenanntes Secret zu nennen. Sie kann sehr wohl die Bestandtheile des Blutes enthalten, die darin nicht fehlen, wie Cholesterin, Harnstoff, oder Stoffe, die später ohne Zweifel im Blute gefunden werden, als Kreatin, Hippursäure u. s. w., aber Niemand hat bis jetzt diese Körper darin gefunden oder, so viel ich weiß, darin gesucht. Aus diesem Gesichtspunkte wäre eine ausführliche Untersuchung der Milch für die Wissenschaft nicht ohne Nutzen; früher und jetzt hat man sich zu viel auf die darin vorkommenden Hauptstoffe beschränkt.

Salze der Milch. Von den Salzen der Milch muß man zuerst anführen, daß sie diejenigen enthalten muß, die mit dem Urin der Mutter, während sie nicht stillte, ausgeschieden wurden. Die Mutter vertheilt die Salze zwischen ihm und ihrem Säugling. Es sind die gewöhnlichen Salze des Urins, welche darin nicht fehlen können: vor Allen in reichlicher Menge die Knochensalze, der phosphorsaure und kohlensaure Kalk, wodurch der Säugling an Festigkeit zunehmen soll. Der Käsestoff ist mit einer reichlichen Menge derselben innig verbunden, wie ich oben (S. 1220) angeführt habe.

Im Allgemeinen verdienen die Salze keine besondere Abhandlung, weil sie theils die Salze des Blutes sind, theils von der genommenen Nahrung abhängen. Die Vertheilung der Salze beim Mutterthiere zwischen Milch und Urin verdient eine genaue Untersuchung; gegenwärtig ist Nichts davon bekannt. Man kann vermuthen, daß der Urin von säugenden Thieren viel ärmer an Salzen ist.

Die anorganischen Stoffe der Kuhmilch hat H. Rose*) bestimmt, in Bezug auf welche Untersuchung ich dasselbe be-

*) Journal f. pr. Chemie. 1849. Nr. 17. S. 59.

merken muß, wie bei den anorganischen Bestandtheilen des Blutes. Er fand in der Kuhmilch nach der Verbrennung:

| | | Sauerstoff | |
|---|---|---|---|
| Chlornatrium . | 4,74 | | |
| Chlorkalium . . | 14,18 | | |
| Natron . . . . | 6,96 | 1,78 | 11,51 |
| Kali . . . . | 23,46 | 3,97 | |
| Kalk . . . . | 17,34 | 4,87 | |
| Magnesia . . . | 2,20 | 0,85 | |
| Eisenoxyd . . | 0,47 | 0,14 | |
| Phosphorsäure . | 28,04 | 15,71 | 17,51. |
| Schwefelsäure . | 0,05 | 0,02 | |
| Kohlensäure . . | 2,50 | 1,80 | |
| Kieselsäure . . | 0,06 | 0,03 | |

Bei den in der Milch nicht chemisch gebundenen sehr ungleichartigen Stoffen, kann unmöglich ein einfaches Verhältniß zwischen der Menge Sauerstoff in den Basen und den Säuren bestehen, oder es müßte wie bei dem Blute ein zufälliges sein. Untersuchungen von Salzen in Gewebsmassen oder Excreten haben keinen Werth für das, was die Wissenschaft eigentlich bedarf.

Milch von verschiedenen Thieren und von Menschen. Es herrscht in der That viel Aehnlichkeit zwischen der Milch von verschiedenen Thieren abstammend; aber auch, wie man a priori erwarten kann, viel Unterschied. Bei der Unbekanntheit mit vielen Nebenbestandtheilen, deren Untersuchung früher und jetzt nicht unternommen ist, ist es mit der Kenntniß der Milch nicht weiter gekommen, wie mit der des Blutes; man hat sich vorzüglich auf eine quantitative Bestimmung der Hauptbestandtheile beschränkt. Für unsern Zweck ist dieses von keinem großen Werth, und wir werden das Folgende darum nur als ein allgemeines Beispiel anführen.

Frauenmilch. Fr. Simon hat diese am ausführlichsten untersucht. Aus einer großen Menge mit Sorgfalt unternommener Analysen ergiebt sich ihre Zusammensetzung:

| | Maxim. | Minim. | Medium. |
|---|---|---|---|
| Casein . . . . . . . | 4,52 | 1,96 | 3,40 |
| Butter . . . . . . . | 5,40 | 0,80 | 2,53 |
| Milchzucker . . . . . | 6,24 | 3,92 | 4,25 |
| Unverbrennbare Theile . | 0,29 | 0,18 | 0,24 |
| Fester Rückstand nach dem Verdampfen . . . . | 12,68 | 8,60 | 11,24 |
| Wasser . . . . . . . | 91,40 | 87,32 | 88,76 |
| Spec. Gewicht . . . . | 1,035 | 1,030 | 1,032. |

Die Reaction der Frauenmilch fand Simon stets alkalisch.

Den Käsestoff hat er durch Alkohol bei seinen Analysen gefällt.

Kuhmilch. Playfair hat einige Analysen der Kuhmilch angestellt *). In seinen Resultaten kann der Käsestoff etwas zu niedrig ausgefallen sein und der Milchzucker dagegen noch etwas Käsestoff enthalten haben. In 9 Sorten Kuhmilch fand er:

| | Käsestoff | Butter | Zucker | Salze | Wasser |
|---|---|---|---|---|---|
| 1) | 5,4 | 3,7 | 3,8 | 0,6 | 86,5 |
| 2) | 3,9 | 5,6 | 3,0 | 0,5 | 87,0 |
| 3) | 4,9 | 5,1 | 3,8 | 0,5 | 85,7 |
| 4) | 5,4 | 3,9 | 4,8 | 0,5 | 85,4 |
| 5) | 3,9 | 4,6 | 4,5 | 0,7 | 86,3 |
| 6) | 3,9 | 6,7 | 4,6 | 0,6 | 84,2 |
| 7) | 2,7 | 4,9 | 5,0 | 0,5 | 86,9 |
| 8) | 3,9 | 4,6 | 3,9 | 0,5 | 87,1 |
| 9) | 3,5 | 4,9 | 3,8 | 0,5 | 87,3 |
| Mittel | 4,2 | 4,9 | 4,1 | 0,5 | 86,3. |

Die sieben letzten Analysen sind von Stallmilch; die Thiere wurden mit Heu, Hafer, Bohnen und Kartoffeln gefüttert.

*) Philos. Mag. 3e Serie, vol. 22. p. 281.

Er fand, daß die Menge der Butter in der Milch stets viel größer war, als an Fett in den genossenen Nahrungsmitteln gefunden wurde; auch fand er, daß die Menge der Butter nach Bewegung geringer war, als nach der Ruhe. Die Milch Nr. 1 war von einer Kuh des Abends genommen, nachdem sie den ganzen Tag auf der Weide gewesen war, während Nr. 2 von derselben Kuh war, nachdem sie eine Nacht ruhig im warmen Stall zugebracht hatte. Mehlspeisen vermehren nach ihm sehr die Menge der Butter in der Milch (siehe S. 265). In Bezug auf die Bildung des Käsestoffes hat Playfair sonderbare Begriffe; er glaubt, daß derselbe von umgesetzten Formbestandtheilen des Körpers bereitet wird, daß aber Bewegung dazu nöthig ist und leitet daraus ab, daß die Kühe im Stall um so viel weniger Käsestoff geben, als auf der Weide, welches Niemand mit ihm in diesem Sinne auffassen wird; die Art des Nahrungsmittels, das ist hier die Menge der Proteinverbindungen in der Nahrung, so genau, als nöthig ist, untersucht, um aus dem Pflanzenalbumin u. s. w. die Entstehung des Käsestoffs abzuleiten, ist hiervon der einzige Grund.

Nach Boussingault*) ist eine zu große Menge Kartoffeln schädlich für die reichliche Bildung von Kuhmilch. Wir können die Resultate von Boussingault auf folgende Weise zusammenstellen. Er stellte seine Versuche mit zwei Kühen an, denen er während einer gewissen Zeit erst rothe Rüben, dann Heu und darauf Kartoffeln gab.

*) Annales de Ch. et de Phys. Tom. 12. pg. 153.

| | Rothe Rüben I. | Rothe Rüben II. | Heu I. | Heu II. | Kartoffeln I. | Kartoffeln II. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Casein | 3,67 | 3,81 | 3,63 | 3,56 | 4,37 | 3,99 |
| Milchzucker | 3,39 | 3,74 | 3,46 | 3,94 | 3,09 | 3,99 |
| Butter | 4,56 | 3,42 | 5,92 | 4,39 | 3,97 | 4,63 |
| Chlorüre | 0,43 | 0,54 | 0,45 | 0,52 | 0,55 | 0,55 |
| Phosphate | 0,22 | 0,26 | 0,27 | 0,20 | 0,27 | 0,27 |
| Wasser | 87,73 | 88,23 | 86,26 | 87,39 | 87,75 | 86,57 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| | 99 Liter Milch in 17 Tagen | 104 Liter Milch in 17 Tagen | 65 Liter Milch in 15 Tagen | 89 Liter Milch in 15 Tagen | 47 Liter Milch in 14 Tagen | 75,6 Liter Milch in 14 Tagen |

Wenn man auf die Menge Milch achtet, welche die Kühe beim Genuß von Kartoffeln weniger geliefert haben, dann ist sie in der That auffallend. Nehmen wir die beiden Kühe zusammen, so haben wir

Rothe Rüben 99 + 104 Liter = 203 in 17 Tagen,
Heu . . . . . 65 + 89 Liter = 154 in 15 Tagen,
Kartoffeln . . 47 + 76 Liter = 123 in 14 Tagen.

Dies macht in 14 Tagen für

| rothe Rüben | Heu | Kartoffeln |
|---|---|---|
| 167 Liter | 144 Liter | 123 Liter. |

Hiebei muß bemerkt werden, daß die Kühe bei dem Genuß von rothen Rüben allemal sehr an Gewicht abgenommen hatten.

Man gab ihnen darauf während 4 Tagen Heu und begann erst dann die Aufzeichnung der Resultate, die von dem Heu angegeben sind. Nach den 15 Tagen des zweiten Versuchs hatten die Kühe wieder an Gewicht zugenommen und bei dem Genuß der Kartoffeln im Gegentheil wieder sehr abgenommen.

Bemerkenswerth ist die Gleichheit der Zusammensetzung der Milch, bei so großer Verschiedenheit der Menge und so verschiedenem Futter. Beide Kühe gaben ungefähr dieselbe Menge Käsestoff; die zweite Kuh stets ein wenig Milchzucker

mehr, als die erste, die zweite dagegen bei rothen Rüben und Heu weniger Butter, bei Kartoffeln jedoch wieder mehr.

Lassen wir diese kleinen Verschiedenheiten außer Acht, dann drücken die Mengen der Milch in 14 Tagen das Vermögen der Milchbildung bei Kühen in Bezug auf diese drei Nahrungsmittel aus. Diese Versuche sind von Gewicht, um den Nutzen der Erdäpfel für den Menschen näher kennen zu lehren.

Die Zusammensetzung der Milch von Kühen oder anderen Thieren ist verschieden nach der Zeit, welche seit dem letzten Melken verflossen ist, aber auch nach der Zeit des Melkens selbst. Das Erste ist nicht unbekannt und wird bei dem Urin ebenso gefunden. Das Letzte verdient besondere Aufmerksamkeit. Peligot hat zuerst darauf aufmerksam gemacht *). Er ließ Eselinnenmilch nach 9 Stunden Zwischenzeit nach einander ausmelken, und vertheilte die bei einem Male aufgefangene Milch in drei Theile, die er besonders untersuchte. Er fand

| | 1ster Theil | 2ter Theil | 3ter Theil |
|---|---|---|---|
| Butter ....... | 0,96 | 1,02 | 1,52 |
| Milchzucker .... | 6,50 | 6,48 | 6,45 |
| Casein ....... | 1,07 | 1,95 | 2,95 |
| Feste Bestandtheile | 9,22 | 9,45 | 10,92 |
| Wasser ....... | 90,78 | 90,55 | 89,08 |

Ein Blick lehrt, daß während des Melkens die Menge der Butter und des Caseins zunimmt, welches in der That beachtet zu werden verdient und welches man a priori gerade umgekehrt glauben sollte.

Reiset hat **) diese Versuche wiederholt und auf Milch von zwei Kühen ausgedehnt, die im September, October und November Morgens, Tags und Abends gemolken wurden, mit einigen Stunden Zwischenzeit. Er fing die Milch zu Anfang

*) Ann. de Ch. et de Phys. 2. Serie, Tom. 62, pg. 437.

**) Ann. de Chem. 1848, pg. 509.

und am Ende des Melkens auf, dampfte sie ein und trocknete das Zurückbleibende bei 100°. Seine Resultate sind folgende:

| Zeit nach dem letzten Melken verlaufen | | | | | Feste Theile der Milch zu Anfang in 100 Theilen Milch | Feste Theile der Milch am Ende in 100 Theilen Milch |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | Stunden | — | Minuten | | 9,33 | 16,04 |
| 12 | » | — | » | | 9,90 | 15,85 |
| 12 | » | — | » | | 9,90 | 17,82 |
| 11 | » | 30 | » | | 10,41 | 21,30 |
| 11 | » | 30 | » | | 9,62 | 19,07 |
| 6 | » | — | » | | 13,30 | 16,30 |
| 6 | » | — | » | | 12,80 | 16,06 |
| 5 | » | — | » | | 11,49 | 17,70 |
| 5 | » | — | » | | 12,0 | 21,20 |
| 5 | » | — | » | | 13,60 | 18,50 |
| 4 | » | — | » | | 17,19 | 16,93 |
| 4 | » | — | » | | 15,28 | 14,73 |
| 2 | » | 30 | » | | 14,60 | 13,33 |
| 2 | » | 20 | » | | 12,84 | 13,08 |
| 1 | » | 15 | » | | 13,65 | 13,89 |
| 1 | » | 15 | » | | 11,65 | 11,89 |
| 1 | » | 30 | » | | 10,96 | |
| 1 | » | 30 | » | | 10,88 | 13,33 |

Aus diesen Versuchen — die mit der anderen Kuh gaben dieselben Resultate — folgt, daß wenn die Milch in wenigstens 4 Stunden nicht entzogen ist, das zuerst Erhaltene viel weniger feste Stoffe enthält, als das Letzte. Bei einem Zwischenraum von 2 Stunden zwischen dem Melken, fällt dieser Unterschied weg, aber dann ist die erste Milch doch noch viel reicher an festen Bestandtheilen, als bei 11 bis 12 Stunden Zwischenzeit.

Die Zeit, seit welcher die Thiere die letzte Nahrung zu sich genommen haben, hat auch einen sehr großen Einfluß auf die Art der Milch und fast einen sogleich eintretenden, so daß

die Milch die reichste ist, welche unmittelbar nach der Mahlzeit entnommen ist; einige Stunden später geben schon eine viel dünnere Milch.

Diese Unterschiede beschränken sich nach Reiset allein auf die Butter und nicht auch auf den Käsestoff, wie Peligot gefunden hat. Donné glaubt auch, daß allein die Quantität der Butter verschieden ist, und daß alle Verschiedenheit in der Dichtigkeit der Milch allein von der Butter abhängen soll *), welches unmöglich ist. Die Menge des Caseins muß abhängen von der Menge der Proteinverbindungen, die in der Nahrung vorhanden sind. Ist die Nahrung dieselbe und untersucht man Milch von derselben Kuh, dann muß gefunden werden, daß die Verschiedenheit sich vorzüglich auf die Butter beschränkt, so wie Reiset es gezeigt hat. Wir wollen einige seiner Beispiele aufnehmen, woraus dies deutlich hervorgeht, aber woraus auch so große Verschiedenheit für den Käsestoff bei derselben Kuh und bei denselben Nahrungsmitteln sich zeigt, daß wir Donné im Ganzen in seiner Behauptung, daß die Milch nach Entfernung der Butter stets dieselbe Zusammensetzung hat, nicht beistimmen können.

| Fester Rückstand für 100 Theile Milch | Auflöslich in Aether | Unauflöslich in Aether | Stickstoff in 100 Theilen des in Aether Unauflöslichen | Salze in 100 Theilen des in Aether Unauflöslichen |
|---|---|---|---|---|
| 9,9 | 1,8 | 8,1 | | |
| 10,41 | 1,07 | 9,34 | 6,36 | 0,71 |
| 21,30 | 13,20 | 8.10 | 6,28 | 0,80 |
| 12,0 | 3,30 | 8,70 | 5,88 | 0,75 |
| 21,2 | 13,10 | 8,10 | 6,09 | 0,80 |
| 16,93 | 8,60 | 8,33 | 6,69 | 1,11 |
| 11,01 | 2,20 | 8,81 | 5,32 | |
| 17,63 | 9,72 | 7,93 | 6,26 | 0,74 |
| 13,20 | 4,40 | 8,80 | 6,42 | 0,63 |
| 9,62 | 1,22 | 8,40 | 6,34 | 0,75 |
| 19,07 | 11,20 | 7,87 | 6,11 | 0,74 |
| 14,37 | 5,90 | 8,47 | 5,92 | 0,77 |

*) Cours de microscopie. Paris, 1844. pg. 394.

Man wird bei der Musterung dieser Resultate in der dritten, vierten und fünften Spalte Unterschiede sehen, die groß genug sind, um den Ausspruch Donné's für zu stark zu halten, wenn man auch zugeben muß, daß die Verschiedenheit vorzüglich die Butter betrifft, wie aus der zweiten Spalte ersichtlich. Bei der Frau fand Reiset dieselben Regeln geltend.

Milch von Fleischfressern. Zu diesen Analysen gehören die von Dumas *) von der Milch der fleischfressenden Thiere. Vorzüglich suchte Dumas die Menge des Milchzuckers in dieser Milch in Vergleich mit dem der pflanzenfressenden Thiere. Die Milch wurde im luftleeren Raum über Schwefelsäure abgedampft, mit Aether ausgezogen und dann mit Wasser, das mit ein wenig Essigsäure angesäuert war, von Salzen u. s. w. befreit. Die Milch war stets von Hunden.

| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Wasser . . . . . | 69,8 | 77,14 | 74,74 | 8,10 | 75,90 | 73,4 |
| Butter . . . . . | 12,4 | 7,32 | 5,12 | 3,09 | 6,84 | 7,9 |
| Extractivstoffe . . | 2,5 | 3,39 | — | — | — | — |
| Casein . . . . . . | 13,6 | 11,15 | — | — | — | — |
| Auflösliche Salze | 0,7 | 0,45 | — | — | — | — |
| Unauflösliche » | 0,7 | 0,57 | — | — | — | — |
| Extractivstoffe . } Salze . . . . . } | — | — | 4,13 | 4,40 | 5,04 | 4,2 |
| Casein . . . . . } Salze . . . . } | — | — | 15,85 | | | |

Nro. 1 u. 2 enthielten keinen Zucker; Nro. 2 war nach einer 15 Tage dauernden Fütterung mit Pferdefleisch gesammelt; Nro. 3 ebenfalls. Nr. 4 u. 5, nachdem der Hund 15 Tage lang mit Brod, das mit Bouillon befeuchtet war, gefüttert wurde. Hierin waren deutliche Spuren von Milchzucker-Krystallen. Nr. 6. Der Hund war mit Brod gefüttert; sie gab eine bedeutende Menge Milchzucker.

*) Comptes rendus. Tom. 21. pg. 707.

Buttersäure konnte er in der Milch eines mit Fleisch gefütterten Hundes nicht finden. Wenn keine Stärke in der Nahrung vorkam, fand er keinen Milchzucker, und desto mehr davon, je mehr Stärke als Nahrung gegeben wurde.

Die Hundemilch enthält Casein, welches durch Wärme allein fest wird; nach Dumas ist jedoch die Zusammensetzung des Caseins ganz gleich mit dem aus Kuhmilch. In solchen Schlüssen muß man gleichwohl vorsichtig sein: Eiweiß von Eiern und vom Serum sind beide Eiweiß und doch verschieden im Schwefelgehalt.

Der Zucker, der in der Milch der Fleischfresser vorkommt, ist von Bensch aufgefunden*). Er untersuchte die Milch zweier Hunde, vier Tage, nachdem sie Junge geworfen hatten, und einer ausschließlichen Fleischdiät unterworfen gewesen waren. Er fand, außer Butter, Casein und Salzen, 3,47 bis 3,19 % Milchzucker darin. Er fand diese Milch in Folge von Phosphaten sauer und schreibt diesen es zu, daß Einige keinen Milchzucker in der Milch von Fleischfressern gefunden haben, weil saure Phosphate den Milchzucker leicht in Glucose umsetzen.

Bei dem Genuß von Fleisch allein vermindert sich indessen die Menge des Milchzuckers, verschwindet jedoch nicht, wie Dumas gemeint hat.

O. Henry und A. Chevallier haben verschiedene Milchsorten untersucht**). Ihre Methode ist besser als die von Boussingault und Peligot. Henry und Chevallier fällen den Käsestoff mit verdünnter Essigsäure und entfernen die Butter daraus durch Aether.

---

*) Annalen der Chemie u. Pharmacie. Bd. 61. S. 221.

**) Journal de Pharm. Tom. 25. p. 333. u. 401.

Sie fanden:

| | Gewöhnliche Milch | | | | | Colostrum | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Frau. | Kuh. | Eselin. | Ziege. | Schaf. | Kuh. | Eselin. | Ziege. |
| Casein . . . . | 1,5 | 4,5 | 1,8 | 4,0 | 4,5 | 15,1 | 11,6 | 24,5 |
| Butter . . . | 3,6 | 3,1 | 0,1 | 3,3 | 4,2 | 2,6 | 0,6 | 5,2 |
| Milchzucker . | 6,5 | 4,8 | 6,1 | 5,3 | 5,0 | — | 4,3 | 3,2 |
| Salze . . . . | 0,5 | 0,6 | 0,3 | 0,6 | 0,7 | 2,0 | 0,7 | 3,0 |
| Feste Bestandtheile . . . | 13,0 | 13,0 | 8,3 | 13,2 | 14,4 | 19,7 | 17,2 | 35,9 |
| Wasser . . . | 87,0 | 87,0 | 91,6 | 86,8 | 85,6 | 80,3 | 82,8 | 64,1 |

O. Henry und A. Chevallier haben ferner durch Versuche bestimmt, welche Stoffe aus dem Darmcanal in die Kuhmilch übergehen und darin wiedergefunden werden können *). Dahin gehören die folgenden Stoffe, die sie vorsätzlich zugesetzt und in der Milch wieder aufgefunden haben: Eine große Menge Kochsalz, kohlensaures Natron, eine kleine Menge schwefelsaures Natron und Jodnatrium, wie auch Salze von Eisen, Zink, Wismuth. In der Milch konnten sie nicht wiederfinden Salpeter, Schwefelalkalien, schwefelsaures Chinin, Quecksilbersalze.

Diese Versuche sind von Anderen mit verschiedenen Resultaten wiederholt. Der Fall einer Vergiftung durch Milch einer Kuh, die mit Quecksilbersalbe behandelt worden war und den Verver mitgetheilt hat **), ist entscheidend für den Uebergang von Quecksilber in die Milch. Und ebenso in vielen anderen Fällen. Es hängt von der Dauer des Gebrauchs und von der Menge des gebrauchten Stoffes ab, ob man ihn in der Milch wiederfinden kann. Es scheint also wohl, daß sehr viele Stoffe darin übergehen; eine genaue Untersuchung in Bezug hierauf wäre sehr wünschenswerth.

---

*) Journ. de Pharm. Tom. 25. p. 401.
**) Drentsche Courant 1848.

Daß Alkohol in die Milch übergehen kann, ist aus dem allgemein bekannten Fall mit dem betrunkenen Kinde, dessen Erzählung Heim gegeben hat, bekannt.

Viele flüchtige Oele gehen mit der Milch über; Krapp färbt sie roth.

Die Gemüthsbewegungen der Mutter haben auf die Zusammensetzung der Milch einen großen Einfluß. Gaubius spricht von einem Fall, wo ein Kind durch die Milch einer Mutter vergiftet wurde, die kurz zuvor in Zorn gerathen war (Pathologie).

## Urin.

Die Abscheidung des Urins ist eine der allgemeinsten im Thierreich. Wo viele andere Abscheidungen fehlen, da findet man noch die des Urins, so daß das Aufsuchen der Harnsäure durch Reagentien den Zoologen häufig zur Hülfe kommen kann, um Urin abscheidende Organe zu finden, welche ohne diese Reaction nicht aufzuspüren, wenigstens nicht für Urin abscheidende Organe zu halten wären.

Unter Urin versteht man im weiteren Sinn Excrete aus meistentheils zu complexen Stoffen gruppirten Cyanverbindungen, vermengt mit anorganischen Salzen; im engeren Sinn eine Flüssigkeit, welche die genannten Stoffe aufgelöst enthält, aber, nach der Thierart, überdies noch vielerlei Verbindungen enthält. — In jedem Falle steht die Urinabscheidung dem Athmen gegenüber, und sie ist niemals eine Verrichtung, welche das Athmen vertreten oder ersetzen kann, wie man es mit Unrecht in der letzten Zeit behauptet hat. Die Stoffe, welche durch das Athmen gebildet werden, sind Oxydationsproducte von Bestandtheilen des Körpers; die Urinabscheidung kann nach ihrer Art keine Oxydation zu Wege bringen oder neue Oxydationsproducte entstehen lassen. Die Abscheidung des Urins ist für stickstoffreiche Stoffe des Organismus, was die

Abscheidung der Galle für kohlenstoffreiche Bestandtheile ist. Der Athmungsproceß und die Abscheidung der Galle können einander, wenn auch auf sehr verschiedene Weise, theils unterstützen, theils ersetzen, — der erste, indem er Brennstoff zuführt und also zur Oxydation und Ausscheidung des Kohlenstoffs vor Allen Veranlassung giebt; die letzte, indem sie kohlenstoffreiche Stoffe aus dem Organismus nach außen führt. Bei den Thieren, deren Athmungsproceß stark entwickelt ist, ist die Abscheidung der Galle geringer, z. B. bei den Vögeln; bei denjenigen im Gegentheil, bei welchen der Athmungsproceß beschränkter ist, bei den Reptilien, Fischen, ist die Abscheidung der Galle stärker. Die Urinabscheidung steht vorzugsweise in Verbindung mit der Art der Nahrungsmittel. Je mehr Pflanzennahrung ein Thier zu sich nimmt, desto beschränkter ist die Urinabscheidung; je mehr die Nahrung dem Thierreich entnommen ist, desto stärker entwickelt ist die Verrichtung der Nieren.

Da gleichwohl kein wesentlicher Unterschied zwischen Nahrung aus dem Pflanzen- oder Thierreich stattfindet, da Fette und Zucker sich bei diesen beiden Arten Nahrungsstoffen vertreten, da Protein sowohl in der Nahrung aus dem Pflanzenreiche, als bei der aus dem Thierreiche vorkommt, so kann keine Thierart ohne Urinabscheidung leben, ebensowenig wie ohne Ausstoßung von Kohlensäure. Es besteht eine Verschiedenheit in dem Grade, aber kein wesentlicher Unterschied.

Von der Pflanzennahrung ausgehend, sind es also die Proteinverbindungen, welche bei ihrer Zersetzung im Körper, nachdem sie allerlei Formen angenommen haben, zum Schlusse vornehmlich, als Cyanverbindungen — Harnsäure, Harnstoff, Leimzucker, Kreatin u. s. w. — aus dem Körper treten, wozu sich andere Zersetzungsproducte stickstofffreier Art fügen, wie Benzoesäure, welche jedoch häufig aus der Nahrung abstammt, — oder auch umgesetzter Zucker, in Milchsäure verwandelt. Zu diesen Allen fügen sich kohlensaure Alkalien, theils aus der

Speise und dem Tranke, theils durch Zersetzung der mit Alkalien verbundenen organischen Säuren entstanden, und endlich ein sehr großer Theil der anorganischen Salze, der schwefelsauren, phosphorsauren, der Chlorüre, wovon die beiden ersten wieder zum Theil Oxydationsproducte der Sulphamide und Phosphamide, der Proteinverbindungen und der kohlensauren Salze sind, als solche in der Nahrung vorhanden oder in dem Körper gebildet.

Mit diesen Hauptzügen glaube ich den Charakter der Urinabscheidung gezeichnet zu haben. Seitdem wir jedoch wissen, daß nicht aller Stickstoff auf dem Urinwege, sondern auch auf dem der Speiseröhre — als Schleim, als sich umsetzendes Bilin und folglich als Ammoniak, Taurin, Leimzucker — entleert wird, seitdem wir wissen, daß durch das Ausathmen Stickstoff im freien Zustande ausgetrieben wird, ist auch eine andere als die bis jetzt angeführte Verbindung zwischen Urin und Gallabscheidung und Athmen unverkennbar geworden. Seit dieser Zeit sind in unserer Vorstellung diese drei Hauptabscheidungen nur dem Grade nach verschieden und sie sind als drei Quellen eigner Art anzusehen, durch welche der Stoffwechsel unterhalten und also die Lebensverrichtungen in Wirksamkeit gebracht und gehalten werden. Der Urin ist zum Theil wenigstens kein Schmutz, der aus dem Körper fortgeführt wird; seine Abscheidung ist eine Quelle von Lebenswirksamkeit. Aber in Ansehung der anorganischen Salze der Chlorüre, der schwefelsauren u. s. w. ist er ein für den Organismus schädlicher Stoff zu nennen; denn so viel von diesen Stoffen in einen entwickelten Organismus durch Speise und Trank eingebracht wird, soviel davon muß wieder aus dem Körper ausgeführt werden. Endlich, insofern er organische Verbindungen, die im Organismus nicht oxydirt werden können, ausführt, Verbindungen, die aus der Speiseröhre in das Blut übergingen — z. B. ätherische Oele, Benzoesäure u. s. w. — insofern mag die Urinexcretion ein Ausführungsmittel für

Stoffe, die dem Körper nichts nützen, genannt werden. (Siehe auch S. 1199, wo im Allgemeinen schon über die Urinabscheidung gesprochen ist.)

Es verdient bemerkt zu werden, daß bei sehr vielen Thierclassen der Urin sich am Schlusse mit den festen Excrementen vermischt und durch die Kloake gemeinschaftlich nach außen geführt werden. Die Kenntniß des Urins dieser Thierclassen ist dadurch sehr beschränkt; aber wir haben doch hinlängliche Kenntniß von der Beschaffenheit des Urins im Allgemeinen, um daraus allgemeine Schlüsse für den Urin dieser Thiere ableiten zu können. Es sind die Harnsäure, der Harnstoff und der Leimzucker, wodurch der Hauptcharakter desselben bestimmt wird, und da Leimzucker ohne Zweifel gepaarter Harnstoff ist, gepaart mit Zucker und Wasser, da Hippursäure gepaarter Leimzucker, gepaart mit Benzoesäure, weniger Wasser, ist, — da Harnstoff ein die Harnsäure zusammensetzendes Element ist, so ist es am Ende der Harnstoff oder die Harnsäure, wodurch der Hauptcharakter des Urins angedeutet wird. Die Harnsäure oder der Harnstoff fehlen denn auch in keiner Urinart, selbst bei den kleinsten Thieren nicht; sie können in größerer oder geringerer Menge vorkommen, je nachdem im größeren oder geringeren Maaße Protein oder leimgebendes Gewebe im Organismus umgesetzt werden.

Kein Wunder denn auch, daß Chevreul schon vor Jahren gefunden hat, daß Hunde, mit Zucker allein gefüttert, einen Urin liefern, wie der von Pflanzenfressern, und daß Thiere, denen man die Speise enthielt, mochten es fleischfressende oder pflanzenfressende sein, einen Urin lieferten gleich dem, welchen fleischfressende gewöhnlich von sich gaben. In diesem Fall hängt der Urin dann nicht von der Nahrung, sondern allein von der Umsetzung der Bestandtheile des Organismus ab.

Bernard hat genauer angegeben, daß der Urin von Menschen und Thieren ausschließlich von der gebrauchten Nahrung abhängt; daß er bei Enthaltung der Nahrung stets die-

selben Eigenschaften hat, so daß der Urin von Hunden, Pferden, Menschen u. s. w. dann immer sauer, hell und gelb bernsteinfarbig ist. Uebereinstimmung findet man noch bei Thieren derselben Gattung, wenn sie dasselbe Futter bekommen. Bei den Pflanzenfressern sieht man die kohlensauren und hippursauren Salze bei Enthaltung der Nahrung verschwinden und Harnstoff in bedeutender Menge zum Vorschein kommen. Bei den Fleischfressern verschwindet beim Fasten die Harnsäure und nur Harnstoff bleibt in bedeutender Menge übrig. Der Unterschied des Urins bei den pflanzenfressenden Thieren beruht also nicht in ihrem Organismus, sondern in ihrer Nahrung; der Harnstoff ist das normale Zersetzungsproduct des Organismus und er kommt in dem Urin stets vor; das Uebrige hängt von der Nahrung ab.

Für die Galle, meint er, ist es dasselbe. Die Galle von Fleischfressern ist sauer, von Pflanzenfressern alkalisch; von allen Thieren, die fasten, sauer.

Die physische Beschaffenheit des Urins ist bei verschiedenen Thieren ansehnlich verschieden; zuweilen ist er fest, zuweilen tropfbar-flüssig; die Menge Wasser und also die Menge der festen Theile, regelt sich bei den tropfbar-flüssigen Urinarten nach der Menge des Wassers, welches in einer gegebenen Zeit genommen wird, nach Abzug derjenigen, welche auf anderen Wegen — durch die Haut, die Lungen, den Darmcanal — entfernt wird. Im Winter ist die Menge des Wassers größer und also der Urin dünner, beim Gebrauch derselben Menge Getränke, als im Sommer. Die Haut ist dann weniger wirksam, und es ist also erklärlich, daß Nierensteine, Steine und andere Krankheiten der Harnorgane in kalten Gegenden mannigfaltiger sind, während im Gegentheil Hautkrankheiten in wärmeren mehr wahrgenommen werden.

Bestandtheile des Urins. Es wird nöthig sein, die hauptsächlichen Bestandtheile des Urins, im gesunden und

kranken Zustande darin vorhanden, kurz durchzugehen, ehe wir die Physiologie des Urins aus einem chemischen Gesichtspunkte näher betrachten.

Harnsäure: $C_5H_2N_4O_2 + H_2O$. In dem Urin der Vögel, Schlangen, Insecten in großer Menge, wie auch in dem der Fleischfresser in größerer Menge, als in dem der Pflanzenfresser vorhanden; in vielen Bodensätzen des Urins, des Winters z. B., entweder im freien Zustande als röthliche Krystalle oder an Basen gebunden, an Ammoniak, Kali u. s. w. als ein amorphes, gefärbtes Pulver; in einigen Arten von Harnsteinen. Man stellt sie besonders aus Schlangenexcrementen oder Guano dar. Weiße Krystallschüppchen, geruch- und geschmacklos, beinahe eben so unauflöslich in kochendem wie in kaltem Wasser, wovon sie 1000 Theile zur Auflösung bedarf. Verbindbar mit Basen, mit Alkalien zu löslichen oder wenigstens zu auflöslicheren Salzen, als es die Säure im freien Zustande ist. Leicht auflöslich in einer kochenden Auflösung von Borax und daraus durch Abkühlung wieder ausscheidbar. In Salpetersäure in der Wärme mit rother Farbe löslich, welche Lösung durch Ammoniak purpurfarbig wird (Murexid) *). Durch Chlor wird sie zersetzt in Salzsäure, Chlorcyan $C_2N_2Cl_2$ und Cyansäure $C_2N_2O$. — In der Wärme liefert sie Ammoniak, Kohlensäure, Blausäure, Harnstoff, Cyansäure und Kohle.

Die merkwürdigste Zerlegung findet durch Bleisuperoxyd

---

*) Von praktischem Werth, um Harnsäure der Menge nach zu bestimmen, mag die Methode von Heintz genannt werden (Archiv für Physiologie 1846. Heft 4 u. 5), der angegeben hat, daß noch Albumin, noch phosphorsaure Salze, noch Blut, noch Zucker, selbst Galle noch von einem bedeutenden Einfluß auf die Menge der Harnsäure sind, die von einer Säure aus dem Urin gefällt werden kann. Ganz unauflöslich ist die Harnsäure auch nicht, aber Salzsäure, Essigsäure oder Phosphorsäure fällen doch beinahe alle Harnsäure, aus welcher Art Urin es auch sei. Der Verlust, der durch die nicht vollständige Unlöslichkeit der Harnsäure entsteht, wird zum Theil durch die färbenden fremden Bestandtheile aufgehoben, die an der gefällten Harnsäure haften bleiben.

Die Wahrnehmung Lehmann's in Bezug auf die Unlöslichkeit dieser Säure ist dadurch in einem größeren Maaße bestätigt gefunden.

statt, wodurch die Harnsäure gespalten wird in Kleesäure, Harnstoff und Allantoin, unter Aufnahme von Sauerstoff.

Wird die Harnsäure in den Nieren gebildet und aus den Hauptbestandtheilen des Blutes dort abgeschieden? Ich antworte hierauf: die Harnsäure ist ein complexer Stoff; sie kann, sie muß irgendwo im Organismus, aber vorzüglich in den Nieren, gebildet werden; darum ist es jedoch nicht nöthig, daß sie unmittelbar aus den Hauptbestandtheilen des Körpers hervorgebracht wird. Die Bildung wird aus schon gebildeten Zersetzungsproducten geschehen; ich werde bei der Inosinsäure weiter unten darauf aufmerksam machen, und nenne die Harnsäure schon hier ein Product der letzten Zersetzungsproducte der Körperbestandtheile, wenn auch keine Spur oder sehr wenig Harnsäure im Blut gefunden worden zu sein scheint *).

Die Harnsäure scheint nun aber — während sie zu den letzten Producten des Stoffwechsels gehört, doch ein zusammengesetzter Körper zu sein, welcher als eine Verbindung der letzten Zersetzungsproducte angesehen werden mag.

Die Verbindung mag nun hie und da im Organismus zu Stande kommen, z. B. in den Gichtknoten, oder auch hie und da im normalen Zustande: in den Nieren wird sie — nicht abgeschieden oder unter zersetzenden Einflüssen gebildet, sondern größtentheils durch Verbindung hervorgebracht, unter anderen von Harnstoff.

Allantoin: $C_4 H_6 N_4 O_3$. In der Amniosflüssigkeit der Kuh und als Zersetzungsproduct der Harnsäure sehr bemerkenswerth, krystallinisch, weiß, geschmacklos, auflöslich in Wasser. Mit Salpetersäure erwärmt giebt es salpetersauren Harnstoff. Salzsäure bildet salzsauren Harnstoff daraus. In beiden Fällen wird zugleich Allantursäure gebildet:

*) Nach Strahl und Lieberkühn (Harnsäure im Blut. Berlin 1848) sollen Spuren von Harnsäure im Blute vorkommen. In einigen krankhaften Erzeugnissen, namentlich in Gichtconcrementen, ist sie ein bekanntes Product.

$$C_{10}H_{14}N_8O_9 = \text{Harnsäure} + 3\ H_2O,$$

oder $C_{10}H_8N_8O_6 + 3\ H_2O$,
eine amorphe, zerfließende Säure, deren Zersetzungsproducte mit denen der Harnsäure zusammenfallen.

Allantoin enthält die Elemente von 2 Aeq. Cyan und 3 Wasser, oder von oxalsaurem Ammoniak weniger Wasser:
$C_4H_6N_4O_3 = 2\ C_2N_2 + 3\ H_2O = 2\ (C_2O_3,\ N_2H_6) - 3\ H_2O$.
Es verhält sich wie ein Amid und wird durch Alkalien in Ammoniak und Kleesäure zerlegt, durch Schwefelsäure in Ammoniak und CO und $CO_2$.

Kleesäure: $C_2O_3$. Zersetzungsproduct der Harnsäure unter oxydirenden Einflüssen, unter andern durch $Pb\,O_2$, z. B.: Sauerstoff + Harnsäure = Allantoin + Harnstoff + Kleesäure:

$$O_2 + C_{10}H_8N_8O_6 + H_6O_3 = C_4H_6N_4O_3 + C_2H_8N_4O_2 + 2\ C_2O_3.$$

Die Kleesäure kommt in einigen Urinsteinen vor, wahrscheinlich als ein solches Zersetzungsproduct und ist übrigens im Pflanzenreiche sehr verbreitet.

Harnstoff: $C_2H_8N_4O_2$. Im Urin, vorzüglich dem der Fleischfresser vorhanden, auflösliche, schön weiße, prismatische Krystalle; verhält sich wie eine Base und verbindet sich mit Säuren, Kleesäure, Salpetersäure u. s. w. Wird im Wasser durch Wärme allein bei 140° und in Berührung mit vielen organischen Stoffen, die als Ferment wirken, leicht in kohlensaures Ammoniak zerlegt:

$$C_2H_8N_4O_2 + H_8O_4 = 2\ (CO_2,\ N_2H_8O).$$

Chlor zersetzt den Harnstoff und bildet Salzsäure, Kohlensäure und Stickstoff daraus. Man kann ihn betrachten als cyansaures Ammoniak, obgleich er andere Eigenschaften hat:

$$C_2H_8N_4O_2 = C_2N_2O + N_2H_8O.$$

Wöhler hat zuerst Harnstoff künstlich zu bereiten gelehrt. Man stellt ihn dann durch Erhitzen von gelbem Blutlaugensalz mit Manganhyperoxyd dar und laugt mit Wasser aus;

es ist cyansaures Kali in der Flüssigkeit, welches durch schwefelsaures Ammoniak in schwefelsaures Kali und Harnstoff zersetzt wird. Man verdampft zur Trockne und zieht den Harnstoff mit Alkohol aus.

Der Harnstoff wird leicht zersetzt. Essigsaures Bleioxyd giebt mit Harnstoff essigsaures Ammoniak und kohlensaures Bleioxyd *).

Millon hat Harnstoff in der Glasfeuchtigkeit des Auges

---

*) Die Menge des Harnstoffs, welche im Harn vorkommt, zu bestimmen, ist nur annäherungsweise möglich; man hat sich in der letzten Zeit häufig damit beschäftigt. Vorzüglich verdanken wir Heintz und Ragsky (Poggend. Ann. Bd. 66. S. 114. u. Chemical Gazette 1845, No. 76) eine gute Methode, die hier erwähnt zu werden verdient.

Man wägt zwei Mengen ganz frischen Urins ab; zu der einen fügt man einige Tropfen Salzsäure, so daß der Urin sauer ist, und stellt ihn 24 Stunden an einen kalten Ort. Man filtrirt darauf die Harnsäure ab und wäscht das Filter aus, mengt mit Schwefelsäure und dampft ein, bis Kohlensäure anfängt entwickelt zu werden, bedeckt darauf die verdampfende Flüssigkeit mit einem Glase und fährt mit dem Erhitzen fort, bis Dämpfe von Schwefelsäure zu entstehen anfangen. Man mengt darauf die kalte Flüssigkeit mit Wasser, filtrirt und dampft ab, bis beinahe alles Wasser verjagt ist. Dann hat man ein Gemenge von schwefelsaurem Ammoniak, Kali und Natron, von phosphorsauren Salzen und organischen Stoffen. — Dazu fügt man etwas Salzsäure, hinlänglich Chlorplatin und ein Gemenge von Alkohol und Aether. Nach einigen Stunden filtrirt man und wäscht den Niederschlag von Platinsalmiak und Kalium-Platinchlorid mit Weingeist und Aether aus. Man glüht, wobei aller Salmiak und das Chlor verflüchtigt werden, und wägt den Rückstand, den man mit Salzsäure von dem vorhandenen Kali befreit. Auf diese Weise hat man eine Menge Platin, die an das Kali des Urins, an das Ammoniak, welches im Urin vorhanden war, und an das Ammoniak, welches die Schwefelsäure aus dem Harnstoff gebildet hatte, gebunden war.

Die zweite Menge des Urins wird unmittelbar mit Chlorplatin und mit Alkohol und Aether gemengt. Nach einigen Stunden sammelt man den Niederschlag, den man auf vorige Weise behandelt. Die letzte Menge Platin giebt das Ammoniak und Kali an, welches im Urin vorhanden war. Den Unterschied zwischen den beiden Mengen Platin drückt das Ammoniak aus, welches aus dem Harnstoff durch Schwefelsäure entstanden ist. Einem Aeq. Harnstoff $C_2H_8N_4O_2$ entsprechen 2 Aeq. Platin.

Millon hat eine andere Methode angegeben, um die Menge des Harnstoffs zu bestimmen (Comptes rendus. Tom. 26 p. 119). Er gebraucht dazu salpetrigsaures Quecksilberoxydul, welches er bereitet aus 168 Grammen Salpetersäure mit 4,5 Aeq. Wasser, die er bei gewöhnlicher Temperatur und dann in gelinder Wärme zur Auflösung von 125 Grammen Quecksilber gebraucht. Man fügt 2 Vol. Wasser nach der Auflösung hinzu und benutzt hievon 40 bis 45 CC., die man auf 15 bis

gefunden*). Sie hinterläßt bei der Verdampfung 1,6 % feste Stoffe. Millon fand 35 bis 20 Theile Harnstoff in 100

---

20 Grammen Urin in einen kleinen Kolben mit Gasrohr gießt. Alsbald beginnt die Entwickelung der Kohlensäure, die durch Wärme unterstützt wird; die Kohlensäure wird durch Kali absorbirt. Das Gewicht der Kohlensäure, mit 1,371 multiplicirt, giebt das Gewicht des Harnstoffs. Keiner der andern im Urin vorkommenden Stoffe giebt auf diese Weise Kohlensäure.

Im gesunden Zustand fand Millon die Menge des Harnstoffs bei Menschen so, daß man, ohne einen bedeutenden Fehler zu begehen, die zweite und dritte Decimale von der Bestimmung des specifischen Gewichts des Urins für einen Ausdruck der Menge des Harnstoffs in Grammen halten kann, die in 1000 Theilen des Urins vorkommen. Bei großen Veränderungen in der Diät, bei Krankheiten und bei Thieren fand er dieses Verhältniß jedoch nicht. Z. B.

| Urin von Menschen; spec. Gewicht bei 15°. | Harnstoff in 1000 Theilen Urin in Grammen. |
|---|---|
| 1,0116 | 11,39 |
| 1,0046 | 4,39 |
| 1,0092 | 9,88 |
| 1,0277 | 29,72 |
| 1,0143 | 11,99 |
| 1,0110 | 10,60 |
| 1,0260 | 25,80 |
| 1,0290 | 31,77 |

Die Uebereinstimmung ist, wie man sieht, ziemlich bedeutend. Bei einem Kaninchen und bei einem Hund fand er es anders.

| Urin von einem Kaninchen. | | Urin von einem Hunde. | |
|---|---|---|---|
| Spec. Gew. | Harnstoff in 1000 Thln. | Spec. Gew. | Harnstoff in 1000 Thln. |
| 1,0092 | 3,01 | 1,052 | 111,07 |
| 1,0149 | 5,23 | 1,054 | 92,08 |
| 1,0160 | 6,14 | 1,050 | 111,09 |

In einigen pathologischen Zuständen fand Millon die Menge des Harnstoffs vergrößert.

| | Spec. Gew. | Harnstoff. |
|---|---|---|
| Lungenentzündung . . . . | 1,015 | 39,75 |
| Ditto . . . . | 1,025 | 45,94 |
| Gelenk-Rheumatismus . . . | 1,028 | 43,11 |
| Doppelte Lungenentzündung . | 1,017 | 42,90 |
| Auszehrung, dritte Periode . | 1,043 | 24,25 |
| Diabetes . . . . . . . . | 1,037 | 8,25 |
| Ditto . . . . . . . | 1,035 | 5,51 |
| Diabetes mit Fieber . . . | 1,039 | 2,150 |

Bei Entzündung oder Fieber ist also der Stoffwechsel viel größer, schon ersichtlich aus der viel größeren Menge des gebildeten Harnstoffs.

Millon hat kürzlich eine Menge neuer Bestimmungen von der Menge Harnstoff und von der ganzen Menge Stickstoff gemacht, welche durch den Urin ausgeschieden werden. Er hat dazu den Urin nicht abgedampft, sondern als Flüssigkeit der Stickstoffsbestimmung unterworfen. — Man sehe: Etudes de Chimie organique par E. Millon. Lille 1849.

*) Comptes rendus, Tom. 26. p. 121.

Theilen des festen Rückstandes, sowohl beim Menschen, als auch bei der Kuh und dem Hunde; auch fand er ihn in der wässerigen Flüssigkeit.

Es ist bei der Anwesenheit des Harnstoffs im Blute wahrscheinlich, daß er durch den ganzen Körper verbreitet vorkommt, um so mehr noch, da er ein allgemeines Product des Stoffwechsels ist und also wahrscheinlich außerhalb des Capillarsystems entsteht. Wöhler fand Harnstoff in der Amniosflüssigkeit*) und Wöhler und Marchand bestätigten die Wahrnehmung Millon's, daß die Glasfeuchtigkeit Harnstoff enthält**). Bei der Beschreibung des Blutes haben wir S. 1062 den Harnstoff als Bestandtheil desselben erkannt.

Man hat viel darüber verhandelt, wie der Harnstoff im Harne vorkommt. Persoz hat behauptet, daß er erst bei der Verdampfung des Urins unter Einfluß der Wärme gebildet werde. Diese Ansicht ist von Lecanu widerlegt. Morin hat von einer Verbindung der Salzsäure mit Harnstoff gesprochen; doch Lecanu hat gezeigt, daß er ein Gemenge von Salmiak und Harnstoff unter Händen gehabt hat. Cap und Henry behaupteten, daß er in dem Harn als milchsaurer Harnstoff vorhanden sei, welches Lecanu jedoch auch nicht finden konnte***). Cap und Henry†) wiederholten später ihre Behauptung und sahen milchsauren Harnstoff als gewöhnlichen Urinbestandtheil an.

Es bleibt noch die Frage, ob all der Harnstoff, welcher im Urin gefunden wird, aus dem arteriellen Blut zugeführt und durch die Nieren nur entleert wird, oder ob seine Entstehung in den Nieren selbst geschieht. Auf diese Frage zu antworten, ist unmöglich. Es ist bekannt, daß der Harnstoff anderswo bereitet und also nur durch die Nieren entleert wird;

---

*) Ann. d. Ch. u. Pharm. Bd. 58. S 98..
**) Journ. f. pr. Chemie Bd. 44. S. 245.
***) Annal. de Ch. et de Phys. Tom. 74. p. 90.
†) Journ. f. pr. Chem.

der Harnstoff ist ein Zersetzungsproduct der Hauptbestandtheile des thierischen Körpers; wo kräftiger Wechsel der Hauptbestandtheile stattfindet, wird der Harnstoff gebildet; wo die Hauptbestandtheile sich lange aufhalten — wie z. B. in den Flüssigkeiten des Auges — da findet man Harnstoff anwesend. Wenn es aber auch sicher ist, daß anderswo gebildeter Harnstoff durch die Nieren entleert wird, so kann doch auch Harnstoff in den Nieren, wo ein so starker, wo der stärkste Soffwechsel stattfindet, gebildet werden. Die Menge dieses letzten bleibt indessen unbekannt. Ist sie der Wahrscheinlichkeit nach groß? Die Antwort hierauf ist verneinend; Harnstoff gehört zu den letzten Zersetzungsproducten. Aus den ersten Nahrungsstoffen, aus den ersten oder Hauptstoffen des Organismus, werden die letzten Zersetzungsproducte nicht vorzugsweise gebildet werden. Mit Wahrscheinlichkeit können wir also die Ansicht festhalten, daß weder Harnstoff noch Harnsäure aus Albumin, Fibrin aus den beiden Oxyproteinen, aus den Hüllen der Blutkörperchen in den Nieren gebildet werden.

Die Harnsäure wird im Blut, in den Geweben nicht oder nur in sehr geringer Menge gefunden. Ich übergehe die Zersetzungsproducte der Harnsäure mit Salpetersäure mit Stillschweigen, da sie für die Physiologie von keinem unmittelbaren Einfluß sind. In so fern verdienen sie jedoch auch hier berücksichtigt zu werden, als sie zeigen, daß die Harnsäure angesehen werden kann als eine Verbindung von Cyan, Wasser und Kohlenoxyd, z. B.:

$$C_{10}H_8N_8O_6 = C_8N_8 + H_8O_4 + C_2O_2.$$

Der complexe Körper zerfällt immer in Cyanverbindungen — Allantoin enthält die Elemente von Cyan und Wasser; Harnstoff hat die Zusammensetzung von cyansaurem Ammoniak — durch Bleisuperoxyd bereiten wir Kleesäure, Allantoin und Harnstoff aus der Harnsäure u. s. w. Die Zersetzungsproducte der Harnsäure bestätigen die Anwesenheit von Cyan darin, zugleich mit der des Kohlenoxyds, z. B.:

Alloxan: $C_8 H_8 N_4 O_{10}$. Oxydationsproduct der Harnsäure mit Salpetersäure, wobei entweder zugleich Harnstoff gebildet wird, oder Kohlensäure und Stickstoff ausgetrieben werden. Das Alloxan enthält $C_4 N_4 + C_4 O_6 + H_8 O_4$; worin $2 C_2 O_3$ vorzukommen scheinen. Indessen wird Alloxan bei gewöhnlicher Temperatur durch Alkalien verändert in Alloxansäure $C_4 H_2 N_2 O_4$, welches eine Abscheidung von 1 Aeq. Wasser auf ½ Aeq. Alloxan anzeigt; durch einen Ueberschuß von Baryt bei 60° unter Bildung von kohlensaurem Baryt, in Mesoxalsäure $C_3 O_4$ und Ammoniak:

$$C_4 H_2 N_2 O_4 + H_4 O_2 = CO_2 + C_3 O_4 + N_2 H_6.$$

Bald tritt also Kohlensäure, bald Kleesäure aus der Harnsäure zum Vorschein, Cyan aber immer — hier, bei der Bildung des Alloxans, als Harnstoff — wenn sie unter stark oxydirenden Einflüssen zersetzt wird. Die Zersetzung kann, wie es vom Cyan bekannt ist, leicht bis zum Ammoniak gehen.

Hippursäure: $C_{18} H_{16} N_2 O_5, H_2 O$. Krystallinisch, im Wasser auflöslich, erhalten z. B. aus Pferdeurin, zu welchem man nach dem Abdampfen Salzsäure gefügt hat. Durch Säuren bei Siedhitze zersetzt in Benzoesäure und Leimzucker unter Bindung von Wasser:

$$C_{18}H_{16}N_2O_5 + 3\ H_2O = C_{18}H_{22}N_3O_8 = C_{14}H_{12}O_4 + C_4H_{10}N_2O_4.$$

Kommt im Urin der pflanzenfressenden Thiere und des Menschen vor.

Die Hippursäure, zu Anfang vorzüglich im Pferdeurin gefunden, dann im Urin der pflanzenfressenden Thiere nachgewiesen, kommt auch im Urin der Menschen vor, und in der That, seitdem Ure die Veränderung der vom Menschen genossenen Benzoesäure in Hippursäure aufgefunden hat, kann dieses keine Verwunderung mehr erwecken. Die Frage bleibt hiebei noch unentschieden, ob die im Menschenurin gefundene Hippursäure stets aus der Benzoesäure der Nahrung entstehen

muß, oder ob die Hippursäure aus den Bestandtheilen des menschlichen Organismus allein gebildet werden kann.

Es ist bekannt, daß der Leimzucker zu den Zersetzungsproducten aller Proteinverbindungen und der leimgebenden Stoffe gehört; dieser Leimzucker ist $C_4 H_{10} N_2 O_4$. Es ist ferner bekannt, daß Leimzucker gepaart mit dem als Fellinsäure, Cholinsäure oder Dyslysin bei der Zersetzung der Galle auftretenden Stoffe, in der Cholsäure vorkommt, welche Cholsäure $C_{54} H_{86} N_2 O_{12} + H_2 O$ ist. Daraus kann man also schließen, daß wirklich Leimzucker im thierischen Organismus als Zersetzungsproduct der leimgebenden Gewebe und der Proteinverbindungen gebildet und zum Theil durch die Galle nach außen getrieben wird.

Kommt nun Benzoesäure in der Nahrung vor, so verbindet sich der Leimzucker auch mit der Benzoesäure und bildet Hippursäure, welche — wie Dessaigne zuerst gezeigt hat — Benzoesäure und Leimzucker weniger Wasser ist.

Die Frage kann aufgeworfen werden, was wird aus dem Leimzucker, der sich mit eingenommener Benzoesäure zu Hippursäure vereinigt, wenn da keine Benzoesäure eingenommen wird? Die Frage hängt mit einer andern zusammen: Woraus entsteht der Leimzucker?

Auf die letzte kann fast mit Sicherheit geantwortet werden: aus Zucker und Harnstoff; alle Reactionen weisen darauf hin. Eine Bindung des Leimzuckers — der z. B. aus der Zersetzung der Proteinverbindungen des Körpers entsteht — mit Benzoesäure, muß also weniger Harnstoff im Urin entstehen lassen, und bei dem in Freiheit setzen dieses Leimzuckers, unter Bildung von Harnstoff daraus, zugleich Zucker $C_{12}H_{24}O_{12}$ entstehen, welcher endlich in Kohlensäure, die durch das Athmen nach außen getrieben wird, und in Wasser, welches zurückbleibt, zerlegt wird.

Insofern also die Entstehung der Hippursäure aus der eingenommenen Benzoesäure erklärt ist, ist es klar, daß die

Thiere, welche mit ihrer Nahrung viel Benzoesäure zu sich nehmen — die z. B. im Heu vorkommt —, viel Hippursäure in ihrem Urin liefern müssen; daß also die Menge der Hippursäure mit der Menge der genommenen Benzoesäure zusammenhängt; daß der Mensch, wenn er Benzoesäure genießt, auch Hippursäure im Urin bekommt, und da in einigen Speisen Benzoesäure vorkommt, also auch dann und wann Hippursäure im Menschenharn angetroffen werden muß.

Eine andere Frage aber ist, ob die Hippursäure nicht ganz und gar im thierischen Organismus des Menschen gemacht werden kann? Ob es nöthig ist, Benzoesäure von außen zuzuführen?

Pettenkofer hat es durch Versuche gezeigt und die Wissenschaft kann es vollständig erklären *). Er fand nämlich eine sehr bedeutende Menge Hippursäre in dem Urin eines Mädchens von 13 Jahren, die am St. Veitstanz krank war, und viele Andere haben nach ihm Hippursäure in größerer oder geringerer Menge im Menschenharn gefunden. Es würde auch sehr wunderbar sein, daß der Urin vieler Thiere diese Säure enthalten, in dem Urin des Menschen von derselben im normalen Zustande Nichts vorkommen sollte.

Was die Entstehung der Benzoesäure betrifft, welche mit Leimzucker weniger Wasser die Hippursäure bildet:

$$2\,H_2O + C_{18}H_{16}N_2O_5 = C_{14}H_{10}O_3 + C_4H_{10}N_2O_4,$$

so habe ich schon längst gezeigt, daß, wenn man das Chlorid des Proteins mit Ammoniak übergießt, Bittermandelöl gebildet wird **). Das Bittermandelöl ist also ein Zersetzungsproduct des Proteins; wenn es vorhanden ist, kann Benzoesäure durch Zutritt von Sauerstoff daraus entstehen. Guckelberger ***) hat unter den Oxydationsproducten des Fibrins, Caseins u. s. w.

---

*) Ann. der Ch. u. Pharm. Bd. 52, S. 86.

**) Scheik. Onderz. Deel IV. pg. 285.

***) Annal. d. Chemie u. Pharmacie. Bd. 64. S. 60.

Bittermandelöl gefunden. Das Protein, eine complexe Verbindung, kann — in so weit dies für das Amygdalin und ähnliche Körper angenommen werden kann — ebenfalls aus verschiedenen anderen organischen Verbindungen zusammengesetzt gedacht werden, worunter sicher Zucker, Cyansäure, Ammoniak, Bittermandelöl gehören. Cyansaures Ammoniak ist zusammengesetzt wie Harnstoff; Leimzucker wie Harnstoff und Zucker weniger Wasser; Bittermandelöl oxydirt sich leicht zu Benzoesäure, und Hippursäure ist Benzoesäure und Leimzucker weniger Wasser.

Ob nun Protein aus diesen und noch anderen Verbindungen besteht, oder darin bei der Zersetzung zerfällt: sicher ist, daß bei ihrer Umsetzung im Körper die genannten Producte daraus zum Vorschein kommen müssen, und daß also die Bildung von Hippursäure, ohne daß Benzoesäure in der Nahrung vorkommt, kein Räthsel mehr ist. Sicher ist es gleichwohl auch, daß genossene Benzoesäure beim Menschen die Bildung von Hippursäure sehr befördert, und daß man willkürlich auf diese Weise eine bedeutende Menge Hippursäure aus Menschenharn bereiten kann.

Die Wahrnehmung von Ure, daß durch Entstehung einer bedeutenden Quantität Hippursäure im Menschenharn die Menge der Harnsäure im Urin dadurch vermindert wird, ist durch Garrod *) und Wöhler und Keller **) nicht bestätigt.

Zimmtsäure liefert, nach Erdmann und Marchand ***) ebenso wie die Benzoesäure Hippursäure im Harn.

Zuweilen kommt im Harn der Pflanzenfresser Benzoesäure, aber dann stets ohne Hippursäure vor. Erdmann hat in verschiedenen Sorten von Pferdeurin bei gleicher Behandlung bald Benzoesäure, bald Hippursäure gefunden,

---

*) Phil. Mag. Tom. 21. pg. 383.

**) Poggend. Ann. Bd. 56. S. 638.

***) Journ. f. pr. Chemie. Bd. 26. S. 491.

woraus also folgt, daß die Benzoesäure kein Zersetzungsproduct der Hippursäure sein kann, wie Liebig sie betrachtet.

Die Hippursäure im Urin scheint mit Natron verbunden zu sein, oder mit Harnstoff, oder abwechselnd mit dem einen von beiden.

Scharling,*) hat im gefrornen Urin, indem er den nicht gefrornen Theil mit Aether wusch und abdampfte, einen Körper gefunden, den er Omichmyloxyd nennt. Mit Königswasser destillirt bekam er daraus einen Körper, den er Chloromichmylsäure nennt, und dessen Zusammensetzung er $C_{15}H_{10}Cl_2O_4$ fand, also Benzoesäure, worin $H_2$ durch $Cl_2$ substituirt ist. Er meint, daß man die Säure auch durch Destillation des Urins mit Salpetersäure erhalte **) oder auch durch Destillation der Benzoesäure mit Königswasser, eine Säure also, die isomer ist mit der Chlorosalicylsäure.

Kreatin: $C_8H_{18}N_6O_4 + 2H_2O$. Durch Heintz ***) und Pettenhofer †) im Urin gefunden, durch Chevreul in den Muskeln entdeckt; neutral, geschmack- und geruchlos, löslich in Wasser, krystallisirbar. Durch starke Säuren verliert es 4 Aeq. Wasser und wird in Kreatinin verändert: $C_8H_{14}N_6O_2$, das auch im Urin vorkommt.

Durch Pettenkofer ist es zuerst im Urin gefunden, wenn er es auch als solches nicht benannt hat und auch einige Unbestimmtheit in der Zusammensetzung übrig blieb. Durch Abdampfen und Neutralisation mit kohlensaurem Natron, Hinzufügen von Alkohol und Mischen des alkoholischen Filtrats mit einer alkoholischen Chlorzinklösung, sah er einen amorphen und einen krystallinischen zinkhaltenden Niederschlag entstehen. Beim Kochen mit Wasser wurde der krystallinische Niederschlag wie-

*) Ann. der Chemie u. Pharm. Bd. 42. S. 265.

**) Berzelius Jahresbericht. 1843. S. 557.

***) Poggend. Ann. Bd. 62. S. 602 u. Berzelius Jahresber. Bd. 27. S. 629.

†) Ann. der Chemie u. Pharm. Bd. 52. S. 97. Er fand $C_8H_{16}N_6O_3$.

der aufgelöst und setzte sich beim Erkalten wieder ab. Dieser enthielt gehörig gereinigt einen organischen Stoff, wofür Pettenkofer $C_8 H_{16} N_{16} O_3$ fand.

Dieser Körper ist eine Verbindung von Kreatin und Kreatinin gewesen; sie unterscheiden sich beide durch 2 Aeq. Wasser; der Stoff Pettenkofer's war in der Zusammensetzung gerade zwischen beiden gestellt. Es ist Pflicht dieses hier anzuführen, wie gern Pettenkofer auch seine Entdeckung an Liebig abgestanden hätte, der auch nicht versäumt hat, daran Theil zu nehmen.

Kreatin kann angesehen werden als 2 Aeq. Leimzucker + Ammoniak — 2 $H_2O$:

$$C_8H_{16}N_4O_6 + N_2H_6 = C_8H_{18}N_6O_4 + 2\,H_2O.$$

Leimzucker ist ein gewöhnliches Zersetzungsproduct des Organismus.

Durch kochendes Barytwasser wird Kreatin in einen krystallinischen Stoff, Sarkosin, und die Elemente des Harnstoffs zersetzt:

$$C_8H_{22}N_6O_6 = C_6H_{14}N_2O_4 + C_2H_8N_4O_2.$$

Inosinsäure. Noch nicht im Urin gefunden, aber im Fleischauszug mit Kreatin und Kreatinin. Diese Säure ist zusammengesetzt aus $C_{10}H_{12}N_4O_{10} + H_2O$. Sie hat einen Bouillongeschmack, während das Kreatin geschmacklos ist. Liebig hat diese Körper studirt. Sie sind fast alle basischer Natur und vereinigen sich mit Säuren. Mit Thein $C_8H_{10}N_4O_2$ kommt das Kreatinin in so weit überein, als Amid $N_2H_4$ zum Thein gefügt, Kreatinin darstellt. Auf jeden Fall sind Kreatin, Kreatinin, Sarkosin und Inosinsäure Zersetzungsproducte der eiweißartigen Stoffe und theils als Cyanverbindungen anzusehen. Man hat sie gleichwohl noch zu wenig untersucht, um ihren chemischen Charakter gut zu kennen. Sarkosin hat die Zusammensetzung von Lactamid $C_6H_{10}O_4$, $N_2H_4$.

Milchsäure: $C_6H_{10}O_5 + H_2O$. Kommt vor im Blut,

den Muskeln, der Milch, dem Urin, dem Magensaft; von derselben Zusammensetzung wie Zucker, woraus sie durch Fibrin, Albumin, Casein u. s. w., wenn diese in Zersetzung begriffen sind, schnell gebildet wird. Die Milchsäure wird bei 130° bis 140° in wasserfreie Milchsäure $C_6H_{10}O_5$ verändert, bei 250° verliert sie noch 1 Aeq. Wasser und wird Lactid $C_6H_8O_4$. Dieses Lactid nimmt Ammoniak auf und bildet Lactamid.

Gehen wir vom Sarkosin aus, welches wie Lactamid zusammengesetzt ist, so können die Elemente von Milchsäure und Ammoniak im Organismus Sarkosin bilden; wird hierbei Harnstoff gebunden, so entsteht Kreatinin, hierzu wiederum 4 Aeq Wasser zugefügt, giebt Kreatin.

| | |
|---|---|
| Wasserfreie Milchsäure | $C_6H_{10}\ O_5$ |
| + Ammoniak . . . . . | $H_6\ N_2$ |
| = Sarkosin + $H_2O$ | $C_6H_{14}N_2O_4 + H_2O$ |
| + Harnstoff . . . . . . | $C_2H_8\ N_4O_2$ |
| = Kreatin . . . . . . . | $C_8H_{22}N_6O_6$ |
| — 4 $H_2O$ . . . . . . . | $H_8\ \ O_4$ |
| = Kreatinin . . . . . | $C_8H_{14}N_6O_2$. |

Die Inosinsäure steht in folgendem Verhältniß zur Harnsäure:

| | |
|---|---|
| Inosinsäure . . . . . . . | $C_{10}H_{12}N_4O_{10}$ |
| 2 Aeq. Amid . . . . . | $H_8\ N_4$ |
| | $C_{10}H_{20}N_8O_{10}$ |
| 6 Aeq. Wasser . . . . | $H_{12}\ \ O_6$ |

Harnsäure $O_2 = C_{10}H_8N_8O_4$.

Das Amid ist im thierischen Organismus ein gewöhnlicher Bestandtheil. Die Inosinsäure kann folglich wohl das erste Zersetzungsproduct der eiweißartigen Körper sein, welches durch Zuführung von Ammoniak unter Wasserverlust und Harnsäure zersetzt wird. Die nähere Kenntniß der Inosin-

säure kann dieses feststellen. Der Sauerstoff, wodurch Inosinsäure und Ammoniak zu Harnsäure und Wasser verwandelt werden, kann durch das arterielle Blut zugeführt nud die Harnsäure also in den Nieren gebildet, aus Ammoniak und Inosinsäure unter dem Einfluß des oxydirenden arteriellen Blutes zusammengesetzt werden.

Liebig giebt als Bestandtheile der Inosinsäure an:

| | |
|---|---|
| Wasserfreie Essigsäre . . . . | $C_4\ H_6\ \ O_3$ |
| Oxalsäure . . . . . . . . . | $C_4\ \ \ \ O_6$ |
| Harnstoff . . . . . . . . . | $C_2\ H_8\ N_4\ O_2$ |
| Inosinsäurehydrat . . . . . | $C_{10}H_{14}N_4\ O_{11}$. |

Sie ist jedoch noch zu wenig untersucht, um in Bezug auf ihre Zusammensetzung im Klaren zu sein, und von ihrer Constitution weiß man Nichts.

Im Urin findet man keine Inosinsäure, aber im Fleischauszug. Wo bleibt sie aus diesem Fleischauszug? Sie muß ins Blut übergehen, ebenso wie Kreatin und Kreatinin, sie muß aus der Nahrungsflüssigkeit in das Capillarsystem übertreten. Und in dem Urin wird sie nicht wiedergefunden? So lange also, bis die Inosinsäure im Blut gefunden ist, bleibt der Zusammenhang zwischen der Harnsäure und der Inosinsäure unbekannt. Es verdient jedoch Beachtung, daß die Harnsäure in so geringer Menge im Blute gefunden wird und man keine Inosinsäure im Harne antrifft.

Heintz hat im Urin eine eigne Säure gefunden, aber in sehr geringer Menge *). Er fällt Urin mit einem Zinksalz, nachdem er zuvor den Harnstoff und den größten Theil der Salze aus dem Urin entfernt hat. Die Säure ist löslich in Wasser, krystallisirbar, weniger auflöslich in Alkohol und Aether.

Man mag es als ausgemacht ansehen, daß der Urin Kohlensäure enthält. Uebereinstimmende Beobachtungen von

*) Poggend. Ann. Bd. 52. S. 602.

Proust, Vogel, Marcet, Wöhler und endlich von Marchand *) haben dies außer Zweifel gesetzt. Die Menge desselben ist ½ bis zu 1 CC. in 10 CC. Urin, sie ist verschieden nach der genommenen Nahrung. Marchand fand auch atmosphärische Luft in geringer Menge im Urin. In der Milch fand Marchand ebenfalls Kohlensäure.

Extractartige Stoffe des Urins, das sind diejenigen, welche nicht krystallisiren, sind durch Scherer untersucht **). Er sondert die Bestandtheile des Urins durch salpetersauren Baryt, neutrales und basisch essigsaures Bleioxyd ab. Erst fügt er salpetersauren Baryt hinzu, filtrirt, dann neutrales essigsaures Bleioxyd, filtrirt wieder, dann basisch essigsaures Bleioxyd, und filtrirt auf's Neue. Darnach enthält der Urin nur noch Harnstoff.

Der durch neutrales essigsaures Bleioxyd hervorgebrachte Niederschlag enthält die größte Menge der extractartigen Stoffe des Urins; die, welche durch basisch essigsaures Bleioxyd gefällt werden, sind weniger gefärbt. — Die extractartigen Stoffe sondert er vom Bleioxyd durch Alkohol und Salzsäure ab, worin sie aufgelöst werden; diese Auflösung dampft er ein, zersetzt dabei aber nothwendig alle die organischen Stoffe, welche die Verdampfung mit Salzsäure nicht vertragen können.

Die große Mühe, welche Scherer bei dieser Untersuchung angewandt hat, ist dadurch nicht im Mindesten belohnt, und ich übergehe seine numerischen Angaben um so mehr mit Stillschweigen, weil kein einziger der von ihm untersuchten Stoffe einiges Bemerkenswerthes liefert und nichts als ein Gemenge von sehr vielen Stoffen gewesen ist, die alle unter Einfluß der Wärme durch die Salzsäure von einer ganz anderen Beschaffenheit geworden sind, als die, welche im Urin wirklich gefunden werden.

---

*) Journ. f. pr. Chemie. Bd. 44. S. 250.

**) Ann. der Chem. u. Pharm. Bd. 57. S. 180.

Im Urin findet man stets einen gefärbten Körper, welcher die aus ihm niederfallende Harnsäure begleitet und färbt, den Proust zuerst Rosensäure genannt, später jedoch für einen extractartigen Stoff erkannt hat, der durch Wasser und Alkohol von der Harnsäure geschieden werden kann. Nach intermittirenden Fiebern ist er reichlich vorhanden, wie auch nach remittirenden Fiebern.

Diese Stoffe werden durch Schwefelsäure roth, durch Alkalien aufgelöst. Nach Duvernoy findet man sie ähnlich im gesunden Urin, aber in geringerer Menge; man muß gleichwohl vorsichtig sein, hier immer denselben Stoff anzunehmen. Zuweilen ist dieser rothe Stoff in Alkohol löslich, zuweilen unauflöslich. Proust hält ihn für Murexyd, von ihm purpursaures Ammoniak genannt, aber es fehlen noch genügende Beobachtungen darüber, um ihn in allen verschiedenen Formen, worin er vorkommt, zu kennen.

Proust und Thenard glaubten Essigsäure im Urin zu finden; Berzelius hat sie jedoch auf die von ihnen angegebene Weise nicht wiederfinden können, sondern im Gegentheil Buttersäure, in Bezug auf deren fortwährende Anwesenheit im Urin noch keine genügende Versuche gemacht sind.

Es sind noch viele nicht gut bekannte Stoffe im Urin vorhanden. Zuerst der eigenthümliche, riechende Bestandtheil. Warmer Urin giebt fast bei jeder Thierart einen eigenthümlichen Geruch von sich, der sich nach der Abkühlung vermindert, bei der Erwärmung wieder vermehrt. Von diesen Stoffen weiß man noch Nichts. In Bezug auf die durch Aether und Alkohol aus dem Harnextract ausziehbaren Stoffe will ich auf Berzelius' Lehrbuch*) verweisen, der mit so viel Sorgfalt nach Trennungsmitteln dieser Stoffe gesucht hat, als die Wissenschaft nur an die Hand giebt. Unsere Kenntniß derselben bleibt aber dessenungeachtet noch im Dunkeln.

*) Lehrbuch Bd. 9. S. 448.

Ein nicht im Harne fehlender Bestandtheil ist der Schleim, welcher theils im Urin unauflöslich bleibt, theils darin aufgelöst wird und wodurch er das Vermögen erhält, an der Oberfläche zu schäumen. Der unauflösliche Theil dieses Schleims ist durchgehends sehr gering, so daß er eine dünne, flockige Lage auf dem Boden des Gefäßes bildet, in welchem der Urin einige Zeit ruhig gestanden hat. Ist die Menge desselben größer, so kann es wohl ein anderer Körper sein. Zuweilen sieht man bei männlichen Individuen Samen im Urin, in welchem Falle häufig eine dünne irisirende Lage an der Oberfläche desselben erkennbar ist.

Der Schleim im normalen Urin ist in größter Menge in dem zuerst gelassenen Theil enthalten. Der Schleim wird von Alkalien ganz, von Essigsäure und Salzsäure zum großen Theil, von Schwefelsäure nicht gelöst.

In einigen Krankheiten — Blasenkatarrh — häuft sich die Menge dieses Schleims in ansehnlichem Maaße auf. Bei Blasen- und Nierensteinen, bei Gries ist er oft in bedeutender Menge im Harn vorhanden und giebt Veranlassung zur Verwechselung dieser Krankheiten mit Blasenkatarrh.

Die Beschaffenheit und Zusammensetzung dieses Schleims übergehe ich mit Stillschweigen.

Im Urin der Gravidae ist ein eigner Stoff gefunden worden, der von Stark*) Kyestein, von Kane und Griffit**) Gravidin genannt worden ist. Er ist ein Zersetzungsproduct des Albumins, zeigt sich, wenn der Urin einige Tage gestanden hat, und der Urin von Gravidae verhält sich also eben so, wie Albumin haltender Urin; ein eigner Stoff ist es wohl nicht.

Gehalt an festen im Urin aufgelösten Stoffen. Die Dichtigkeit des Urins ist ansehnlich verschieden bei der-

*) Pharm. Centr.-Blatt. 1842. S. 289.
**) Ibid. 1843. S. 111.

selben Thierart, nach den verschiedenen Zuständen, worin sie sich befinden. Das Geschlecht, die Lebenszeit, die Nahrung, die Menge und Art der Getränke, beim Menschen der verschiedene Gemüthszustand, sind, mit noch anderen, eben so viele Ursachen der verschiedenen Dichtigkeit des Urins, welche mit dem Gehalte und der Art der darin aufgelösten festen Stoffe genau zusammenhängt.

Außer vielen Anderen haben Lecanu und Becquerel die Dichtigkeit des menschlichen Urins bestimmt; ihre Resultate sind aber zu verschieden, als daß wir sie hier anführen sollten. Die meiste Ausführlichkeit hat Chambert*) einer sorgfältigen Untersuchung gegeben und bei der Untersuchung Einiges unterschieden, welches vor ihm nicht in die Untersuchungen aufgenommen war. Wenn man hier nicht sorgfältig unterscheidet, kann man eine solche Untersuchung wohl unterlassen.

Bei einem Menschen von 20 bis 25 Jahren fand Chambert, daß in 24 Stunden Urin gelassen wurde, der die folgende Zusammensetzung und Dichtigkeit hatte; in 24 Versuchen:

| | Menge des Urins. | Dichtigkeit. | Salze im Urin. | Salze in 1000 Thln. Urin. |
|---|---|---|---|---|
| Maximum . . | 1590 | 1,0347 | 23,636 | 18,055 |
| Minimum . . | 685 | 1,0176 | 6,993 | 8,161 |
| Mittel . . . . | 1034 | 1,0256 | 14,854 | 13,024 |

Hieraus ergiebt sich sogleich ein sehr großer Unterschied bei verschiedenen Personen, eine Verschiedenheit, die mehr als eine Einheit, sowohl in der Menge des gelassenen Urins, als in der Menge der darin vorkommenden Salze, ist; ein Unterschied, der nicht der Art ist, daß der in geringster Menge gelassene Urin die meisten Salze enthält, — sondern im Gegen-

*) Recueil des Mémoires de Médicine et de Pharmacie Militaire. T. 58. p. 328.

theil, daß der am meisten Wasser haltende Urin auch in kleinster Menge in 24 Stunden gelassen wird.

Bei solcher Verschiedenheit in den Resultaten der Versuche hält man dergleichen Versuche nur als Beispiele, weshalb ich auch nicht viel davon mittheile.

Chambert giebt Beispiele vom Urin nach dem Essen, dem Trinken und dem Schlafe.

Urin, unmittelbar nach dem Essen gelassen, wiederum, so wie auch die folgenden, von 24 Personen von 20 bis 25 Jahren.

| | Menge des Urins. | Dichtigkeit. | Salze im Urin. | Salze in 1000 Thln. Urin. |
|---|---|---|---|---|
| Maximum . . | 424 | 1,0379 | 10,658 | 21,370 |
| Minimum . . | 137 | 1,0210 | 2,126 | 11,190 |
| Mittel . . . . | 274 | 1,0271 | 4,640 | 16,394 |

Das Mittel ist wiederum von keinem Werth, weil es vom Maximum und Minimum so verschieden ist. Man sieht aber deutlich, daß die Menge der Salze in 1000 Thln. Urin, nach dem Essen gelassen, im Allgemeinen größer ist, ein Resultat von Wichtigkeit, welches sich vorher vermuthen ließ, das aber doch, durch den Versuch bewiesen, von Werth ist. Sobald eine Menge von Salzen — unter Salzen wird hier verstanden, was nach dem Verdampfen und Verbrennen übrig bleibt — durch die Speisen in das Blut übergeht, entledigt sich das Blut im größeren Maaße von darin vorhandenen anorganischen Bestandtheilen, als unter andern Umständen*).

Die Art der Speisen ist hierbei gleichwohl vom größten Einfluß. Chambert hat das große Feld, was hierin der Untersuchung bleibt, nicht berührt. Es giebt Urin treibende Speisen in Menge, Speisen, die die Menge der Salze und ebenfalls des Wassers vermehren, andere, welche nur die Menge des Wassers vergrößern, während die der Salze nicht in dem-

*) Siehe Athmen S. 1246.

selben Maaße zunehmen. — Zu den ersten gehören alle Speisen, die Salze alkalischer Basis mit organischen Säuren enthalten, citronensaure, weinsaure, äpfelsaure u. s. w. Salze, — zu den letzten Spargeln und andere.

Chambert fand den Urin nach dem Trinken von folgender Zusammensetzung. Es ist das Resultat von 5 Analysen, deren Maximum und Minimum er angiebt:

| | Menge. | Dichtigkeit. | Salze im Urin. | Salze in 1000 Thln. |
|---|---|---|---|---|
| Maximum . . | 672 | 1,0121 | 14,203 | 21,130 |
| Minimum . . | 523 | 1,0070 | 1,288 | 2,463 |

Aus diesen Beispielen lernen wir wiederum besonders, wie sehr verschieden der Urin sein kann. Auch hier ist es die Frage, welche Art von Getränk gebraucht ist, wie viel davon getrunken ist, wie sie getrunken haben und unter welchen Umständen es genommen ist. Die Verschiedenheit im Sommer und Winter, also in der Hautausdünstung, bewerkstelligt hier einen ansehnlichen Theil der Verschiedenheiten.

Den meisten Werth haben die Resultate der Untersuchungen des Urins, welcher am Morgen gelassen ist; dieser ist am wenigsten unter dem Einfluß der Speisen und Getränke gewesen. In der Nacht abgeschieden und einige Zeit in der Blase verweilt habend, mag er am meisten mit der gewöhnlichen Zusammensetzung des Urins übereinstimmen. Chambert fand in 24 Versuchen, mit den oben genannten Personen angestellt, dafür:

| | Menge. | Dichtigkeit. | Salze. | Salze in 1000 Thln. |
|---|---|---|---|---|
| Maximum . . | 686 | 1,0350 | 10,079 | 19,102 |
| Minimum . . | 274 | 1,0147 | 1,227 | 3,580 |
| Mittel . . . . | 448 | 1,0227 | 4,201 | 9,332 |

Die Unterschiede sind hier wiederum so groß, daß wohl zuerst aus dem Mitgetheilten der Schluß gezogen werden mag, daß der Urin den größten Abweichungen unterworfen ist. Aber es folgen noch andere Schlüsse von Belang daraus. Der Urin

nach dem Essen ist von größerer Dichtigkeit, als selbst der am Morgen; die Menge der anorganischen Stoffe des Urins steht in genauem Zusammenhange mit der Menge der anorganischen Stoffe, die vor kurzer Zeit in den Körper eingeführt sind. — Ein Verhältniß zwischen der Dichtigkeit und der Menge der anorganischen Stoffe besteht nicht; es sind deshalb auch organische Bestandtheile in bedeutender Menge anwesend, von welchen dieses gestörte Verhältniß abhängt.

Im Allgemeinen mag man dies als Regel aufstellen, daß bei ein und demselben Menschen im normalen Zustande, bei Beobachtung derselben Diät und bei übrigens gleichen Umständen, die Zusammensetzung des in einer längeren Zeit gelassenen Urins constant ist; daß sie von der Diät besonders abhängt und daß darauf die Menge und die Art der genommenen Speisen und des Getränkes Einfluß haben. — Hatten z. B. die Personen, von denen Chambert spricht, Regenwasser getrunken und vorzüglich Kartoffeln gegessen, so sollte ein solcher Urin einen ganz anderen Salzgehalt geliefert haben, als der, wenn sie Bier getrunken und vorzüglich Brod und Fleisch genossen hatten. Der Genuß von Quellwasser, das Kalksalze in bedeutender Menge enthält, soll beständig einen andern Urin zur Folge haben, als der von Personen, die besonders Wein trinken.

Diese Bemerkungen, welche keiner nähern Beleuchtung bedürfen, machen die Untersuchung des Urins zu einer hoffnungslosen Sache, so daß man sich in der That wundern muß, daß man derselben so viel Zeit hat widmen können. Nichtsdestoweniger ist aus allen Untersuchungen das Eine und Andere abgeleitet, welches Aufmerksamkeit verdient, wie sehr auch im Allgemeinen die Regel festgehalten werden mag: Der Urin ist bei gesunden Menschen und Thieren der Art, wie aus der Nahrung und dem Getränke abgeleitet werden kann*).

---

*) Ueber die Zusammensetzung des Urins auch beim Gebrauch von Diuretica siehe Krahmer im Journal f. pr. Chemie, Bd. 41. S. 1.

Nach Lehmann ist die Menge der festen Stoffe, die beim erwachsenen Menschen durch den Urin entleert wird, zwischen 5, 6 und 8 % des gelassenen Urins. Er nimmt als Mittelzahl für das spec. Gewicht des Urins 1,022 und für den Gehalt an festen Stoffen 6,58 % des Gewichts an. Von diesen sind 2,23 Harnstoff, 0,11 Harnsäure, 0,15 freie Milchsäure und 0,12 an Basen gebundene Milchsäure. Das Uebrige ist aus organischen Salzen und noch unbestimmten organischen Stoffen zusammengesetzt. Ich will ein Beispiel von den Resultaten einer Analyse Lehmann's mittheilen, die bei seiner gewöhnlichen Lebensweise mit seinem eignen Urin angestellt ist und sehr übereinstimmt mit den Resultaten zweier anderer Analysen von in derselben Zeit gelassenem Urin, und will die Analysen seines Urins, nachdem er 2 Wochen nur thierische Nahrung und Wasser zu sich genommen hatte, hinzufügen; dann von Urin, der von ihm bei Gebrauch von Pflanzennahrung allein gelassen war, und endlich von Urin, den er zu einer Zeit, wo er keine stickstoffhaltige Stoffe, sondern nur Zucker, Gummi, Stärke und Mandelöl genoß, entleert hatte*).

| | Normaler | Fleischdiät | Pflanzennahrung | Stickstofffreie Nahr. |
|---|---|---|---|---|
| Wasser . . . . . . . | 93,40 | 90,93 | 93,49 | 96,51 |
| Harnstoff . . . . . . . | 3,29 | 5,38 | 2,57 | 1,11 |
| Harnsäure . . . . . | 0,11 | 0,14 | 0,10 | 0,05 |
| Freie Milchsäure . . . | 0,11 | 0,23 | 0,14 | 0,51 |
| Milchsaure Salze . . . | 0,11 | 0,17 | 0,21 | |
| Schleim . . . . . . | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| Kochsalz und Salmiak . | 0,36 | 0,54 | 0,37 | 0,11 |
| Schwefels. Alkalien . . | 0,73 | 1,15 | 0,72 | 0,30 |
| Phosphors. Natron . . | 0,37 | 0,55 | 0,37 | 0,25 |
| Phosphors. Kalk u. Magnesia | 0,12 | 0,37 | 0,11 | 0,09 |
| Wäßriger Extract . . . | 0,06 | 0,08 | 0,33 | 0,28 |
| Alkoholischer Extract . . | 0,99 | 0,45 | 1,58 | 0,88 |

*) Journ. f. pr. Chemie. Bd. 26. u. 27. S. 257.

Täglich wurden bei verschiedener Nahrung gelassen:

| Nahrung. | Feste Theile im Urin | Harnstoff | Harnsäure | Milchsäure u. milchsaure Salze | Extractivstoffe |
|---|---|---|---|---|---|
| Gemengte . . . | 67,82 | 32,50 | 1,18 | 2,73 | 10,49 |
| Thierische . . . | 87,44 | 53,20 | 1,48 | 2,17 | 5,20 |
| Pflanzennahrung | 59,24 | 22,48 | 1,02 | 2,67 | 16,50 |
| Stickstofffreie . . | 41,68 | 15,41 | 0,74 | 5,28 | 11,85 |

Lecanu hat aus 120 Analysen von Urin die mittlere Menge der darin aufgelösten Stoffe bestimmt*). Er fand für Harnstoff in 24 Stunden in Grammen:

| | Kleinste | Mittlere | Größte Menge |
|---|---|---|---|
| Bei Männern von 20—25 Jahr. | 23 | 28 | 33 |
| » Frauen von 18—28 » | 10 | 19 | 28 |
| » Greisen von 84—86 » | 4 | 8 | 19 |
| » 8jährigen Kindern . . . . . | 10 | 13 | 16 |
| » 4jährigen » . . . . . | 4 | 5 | 5 |

Er meint ferner feststellen zu können, daß Harnstoff und Harnsäure bei demselben Individuum und derselben Diät in derselben Menge abgeschieden wird, in verschiedener bei verschiedenen Individuen und verschiedener Diät; mit den phosphorsauren und schwefelsauren Salzen und den Chlorüren ist es nach Lecanu ebenso.

Bence Jones**) hat die Verschiedenheit der im Urin vorkommenden phosphorsauren Salze untersucht, welcher unter verschiedenen Umständen gelassen wird. Er fand, daß die Menge der erdigen Phosphate nach dem Essen größer ist, sei es, daß Fleischspeisen oder Brod genossen waren. Beim Fasten verminderte die Menge sich sehr. Diente Brod zur Speise, so vermehrte sich die Menge der alkalischen Phosphate bedeutend; durch Fleisch im Gegentheil nahmen die erdigen Phosphate zu, aber beträchtlich weniger, als die alkalischen Phosphate

*) Journal de Pharm. Tom. 25. p. 681. u. 746.
**) Chemical Gazette 1845. No. 70. p. 396.

durch Brod. — Die Analysen von Fleisch und Brod und die Bestimmung der Phosphate, welche sie enthalten, kann darüber a priori Aufschluß geben; die Art des Brodes ist hier vom größten Einfluß. Brod im Allgemeinen bezeichnet hier nicht das, was man zu wissen nöthig hat.

Nach Jones wird die Menge der erdigen Phosphate durch Bewegung nicht vermehrt; um $1/3$ dagegen nahm die der alkalischen Phosphate durch Bewegung zu. — Chlorcalcium, schwefelsaure Magnesia und Magnesia vergrößern, wenn sie genommen, die Menge der erdigen Phosphate: ein Ereigniß, welches sich erwarten ließ, da die alkalischen Phosphate durch Kalk- und Magnesiasalze zu sogenannten erdigen Phosphaten (nämlich von Kalk und Magnesia) zersetzt werden.

Diese Beispiele der Verschiedenheit des Urins mögen genügen.

Urin von verschiedenen Thieren. Der Urin der Pflanzenfresser ist von Boussingault*) untersucht, wobei die dem Thiere gegebene Nahrung, wie es von einer Untersuchung, die brauchbare Resultate liefern soll, gefordert wird, studirt ist. Die folgenden Resultate gelten also für den Urin von Thieren bei dieser Nahrung, und keineswegs für den Urin von Thieren in allgemeiner Bedeutung.

Schweine. Urin eines Schweines, ausschließlich mit in etwas salzigem Wasser gekochten Kartoffeln gefüttert. (Die Art des Wassers und die Menge des im Wasser aufgelösten Salzes sind nicht angegeben, daher bleibt auch hier insofern Unsicherheit.) Der Urin war klar, lichtgelb, von schwachem Geruch und Geschmack, deutlich alkalisch, mit Säuren aufbrausend, spec. Gewicht = 1,0136 bei 12,5 °. Durch Kochen wurde er von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia getrübt; ammoniakalisch war er nicht. Essigsäure und Hippursäure kamen nicht darin vor, aber wohl Milchsäure. Nach

*) Annales de Chim. et de Phys. 3e Série Tom. 15. p. 97.

Abdampfen des Urins wurde das Ueberbleibende auf den Stickstoffgehalt untersucht und dieser als Harnstoff in Rechnung gebracht, welches natürlich eine Menge Fehler und einen unrichtigen Schluß geben mußte. Harnstoff war übrigens darin vorhanden, wovon man sich durch Abdampfen des Harns und Darstellung von salpetersaurem Harnstoff mit Salpetersäure überzeugte.

Boussingault fand auch 10,74 % zweifach kohlensaures Kali, sehr wenig kohlensauren Kalk und Magnesia, 1,98 schwefelsaures Kali, 1,02 phosphorsaures Natron, 1,28 Kochsalz und 4,90 Harnstoff in 1000 Theilen Urin.

Damit stimmen die Resultate von v. Bibra*) nicht überein, aber v. Bibra spricht nicht von der Nahrung, welche das Schwein bekommen hatte. Er fand eine sehr große Menge Kochsalz, viel weniger kohlensaures Kali, viel mehr phosphorsaures Natron. Beide Untersuchungen weisen jedoch auf einen kleinen Gehalt an organischen Stoffen im Urin der Schweine.

In dem Urin von Kühen, gefüttert mit Grummet und Kartoffeln, sah Boussingault Aufbrausen durch eine Säure entstehen und unmittelbar darauf Hippursäure in Krystallen abgesetzt werden; der Urin war sehr alkalisch und bitter, nicht alkalisch von Geschmack, spec. Gewicht = 1,040 bei 12,2 °. Durch Erhitzen wurde er trübe von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia. Die Menge Harnstoff wurde hier in 1000 Thln. Urin gleich 18,5 angegeben, dann 16,5 hippursaures Kali, 17 milchsaures Kali, 16 zweifach kohlensaures Kali und keine Spur Phosphorsäure, welches jedoch ganz unwahrscheinlich ist. Es ist wohl klar, daß bei einer milchenden Kuh, bei welcher auf den Wegen der Milchabscheidung so viele phosphorsaure Salze aus dem Körper ausgeführt werden, die Menge der phosphorsauren Salze im Urin in derselben Menge geringer werden muß; aber daß sie ganz und gar aus

*) Annalen d. Chem. u. Pharm. Bd. 53. S. 98.

dem Urin verschwinden sollten, kann schwerlich angenommen werden (siehe Milch).

Der Urin eines mit Klee und Hafer gefütterten Pferdes gab unmittelbar nach der Ausleerung einen Niederschlag, aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia zusammengesetzt. Nach diesem Absatz hatte der Urin 1,037 spec. Gewicht bei 22°. Außer dieser großen Menge kohlensauren Kalks und kohlensaurer Magnesia enthielt der Urin noch Harnstoff, milchsaures Kali und Natron, hippursaures Kali, zweifach kohlensaures Kali und wieder keine Spur von phosphorsauren Salzen.

Diese Resultate der Analysen Boussingault's scheinen sehr vielen Zweifeln unterworfen, was die Abwesenheit der phosphorsauren Salze betrifft. Sollten die phosphorsauren Salze der Nahrungsmittel allein durch die Speiseröhre entleert werden?

In dem Urin eines Kalbes fand Braconnot*) phosphorsaure Ammoniak-Magnesia und andere phosphorsaure Salze mit Kochsalz und anderen Salzen, und Lassaigne**) nur Spuren von Phosphaten in einem Stein aus der Urethra einer Kuh, während im Gegentheil Ohme***) in einem Stein aus einer Pferdeblase mit vielem kohlensauren Kalk und anderen Salzen 1,5 % phosphorsaure Ammoniak-Magnesia fand.

von Bibra hat ebenfalls Untersuchungen von verschiedenen Arten Urin von Thieren gemacht†). Von vier Pferden, mit Hafer und Heu gefüttert, wurde ein Urin von analoger Zusammensetzung erhalten, aber die Menge der Bestandtheile war verschieden: spec. Gewicht 1,045, Verschiedenheit in der Menge der festen Stoffe auf 100 Theile 12,5 bis 8,5. — Auch er fand keine Spur von phosphorsauren Salzen, aber

*) Ann. de Chim. et de Phys. 3e Série. Tom. 20. p. 238.
**) Journ. de Chim. médic. 3e Série. Tom. 3. p. 10.
***) Archiv de Pharm. Bd. 98. p. 287.
†) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 53. S. 98.

kohlensaure und schwefelsaure und Chlornatrium mit Harnstoff, Hippursäure und einige extractartige Stoffe.

Im Urin von Schweinen fand er im Gegentheil wohl phosphorsaure Salze, keinen kohlensauren Kalk und kohlensaure Magnesia, aber kohlensaures Kali mit schwefelsaurem Kali und Chlornatrium und eine sehr kleine Menge extractartiger organischer Stoffe (1 bis 1,5 auf 1000 Theile Urin), während Pferdeurin von denselben nach seinen Analysen viel mehr liefert (von 40—57 auf 1000).

Im Urin von Kühen fand v. Bibra stets mehr kohlensaures Kali, als im Pferdeurin, und im Gegentheil weniger kohlensauren Kalk und kohlensaure Magnesia, dabei sehr große Verschiedenheit in der Hippursäure, viel weniger im Harnstoff.

Auf gleiche Weise verhielt sich der Urin von Ziegen, die mit Heu gefüttert waren.

Der Urin von Fleischfressern, wie Löwen, Tigern, Leoparden, gab bei der Zersetzung eine bedeutende Menge Harnstoff, eine geringe Menge Harnsäure, ferner Milchsäure, phosphorsaures Kali und Natron, phosphorsauren Kalk und Magnesia, Kochsalz, schwefelsaure Salze, Salmiak (Hieronimi). Zuweilen scheint die Harnsäure ganz darin zu fehlen (Vauquelin u. Boindet)*).

Urin einer Schildkröte (Testudo tabulata) ist von Marchand analysirt**). Der Urin war gelb, trübe, vom Ansehen des Eiters, schwach sauer, mit kleinen Krystallen und Flocken Schleim durchmengt. Er enthielt 5 % feste Stoffe. Von diesen festen Stoffen waren 34,7 % Harnsäure. Uebrigens war eine bedeutende Menge Kieselsäure darin. Hippursäure kam nicht darin vor, aber viele Phosphorsäure mit ein wenig Schwefelsäure und Chlor und eine Menge Harnstoff, der zu 0,64 % des festen Rückstandes aus dem verdampften Urin gefunden wurde.

---

*) Vergl. Strahl u. Lieberkühn, Harnsäure im Blut. Berlin 1848. S. 20.

**) Journ. f. pr. Chemie B. 34. S. 244.

### Zersetzung von Stoffen, die in den Körper gebracht sind, und Ausführung derselben durch den Urin.

Durch den Urin werden, wie die Erfahrung gelehrt hat, stets bedeutende Mengen der in die Speiseröhre gebrachten anorganischen Alkali-Salze (Salpeter, Glaubersalz, phosphorsauren Natron u. s. w.) wieder nach Außen geführt. Ob Alles durch den Urin weggeführt wird, ist nicht bekannt, aber von einigen wahrscheinlich, z. B. vom Salpeter, von anderen unwahrscheinlich, z. B. vom phosphorsauren Natron. Ein solches Salz kann in der Speiseröhre auflösliche Kalksalze finden, mit diesen durch doppelte Zersetzung phosphorsauren Kalk bilden, der, in zu großer Menge vorhanden, um aufgelöst zu werden, mit den Fäces als phosphorsaurer Kalk größtentheils ausgeführt wird. Beim Gebrauch des phosphorsauren Natrons als Heilmittel, wobei bis zu einer Unze in 24 Stunden von diesem Salz gegeben wird, hat man sicher keine vollständige Entfernung dieses Salzes durch den Urin zu erwarten.

Von den schwefelsauren Salzen ist es wieder wahrscheinlich, beinahe sicher, daß ein Theil der durch den Mund eingeführten nicht durch den Urin als solche entleert werden. In der Speiseröhre werden die schwefelsauren Salze zum Theil zersetzt und $H_2S$ davon gebildet (S. 1034)*).

Von den Chlorüren, Bromüren, Jodüren des Kalis oder Natrons ist solche oder eine andere Zersetzung nicht bekannt, abgesehen von einer kleinen Menge Chlorüre, worüber früher (S. 974) gesprochen ist. — Es ist sehr leicht, Bromüre oder Jodüre gleich nach der Einführung in den Magen im Urin nachzuweisen.

Von den organischen Kali- und Natronsalzen, wie weinsaure, citronensaure, essigsaure, ist es durch Wöhler bewiesen,

*) In stillstehenden Wassern wird aus schwefelsaurem Eisen Schwefeleisen gebildet.

daß sie als kohlensaure Salze durch den Urin nach außen entleert werden; von den benzoesauren Salzen, daß sicher wenigstens ein Theil und vielleicht die größte Menge im Urin wieder gefunden werden. Zimmtsäure wird als Benzoesäure wieder gefunden; Zimmtsäure ist uns als eine gepaarte Benzoesäure bekannt: $C_{13}H_{11}O_3 = C_{14}H_{10}O_3 + C_4H_4$.

Wir sind jedoch noch weit entfernt davon, zu wissen, welche organische Salze zersetzt, welche unzersetzt durch den Urin nach außen geführt werden. Dennoch ist diese Kenntniß für die Physiologie und Therapie vom größten Gewicht. Eben so wenig wissen wir dieses von organischen Verbindungen, wie z. B. von allen Pflanzenalkaloiden. Wird viel Chinin genommen, so findet man Chinin im Urin. Von vielen ätherischen Oelen wissen wir, daß sie unverändert durch den Urin austreten, wenigstens ein Theil der genommenen Menge, z. B. Pfeffermünzöl, Terpentinöl.

Mitscherlich*) hat einige Beobachtungen bekannt gemacht über das Vermögen einiger ätherischen Oele, ganz oder nicht aufgenommen zu werden. Die folgenden werden theils durch die Lungen ausgeathmet, theils auch durch den Urin nach außen geführt: Senföl, Oleum sabinae, Terpentinöl; während aber Kümmelöl und Fenchelöl wohl durch die Lungen ausgeathmet werden, finden sie sich nicht im Urin.

Von der Gruppe, welche Zucker, Stärke, Gummi enthält, wird durch den Urin im normalen Zustande Nichts nach außen geführt, eben so wenig, als von den eiweißartigen Stoffen. Sie kommen allein als krankhafte Bestandtheile im Urin vor, der Zucker in Diabetes mellitus, Protein in der Albuminurie.

Von den Metallbasen ist dies ein viel besprochener Punkt in der Wissenschaft. Werden die Metalle durch den Urin entleert? Bei einigen ist dieses ganz sicher der Fall, z. B. beim Antimon, wie es aus den Versuchen von Leveran und

*) Journal de Chimie médic. Tom. 10. 2e Serie. p. 312.

Millon*) deutlich hervorgeht. Brechweinstein, regelmäßig jeden Tag in kleinen Gaben genommen, läßt Antimon im Urin finden. Es bleibt aber die Frage, ob alles Antimon auf diese Weise wieder ausgetrieben wird. Beim Antimon sahen Leveran und Millon zuerst gewisse Zwischenpausen in der Ausscheidung, bei regelmäßig fortgesetztem Gebrauch des Mittels; noch lange Zeit, nachdem man schon mit dem Einnehmen aufgehört hatte, das Ausscheiden desselben und auch einige Tage nach dem ersten Einnehmen die ersten Spuren im Urin. Noch 24 Tage nach dem Einnehmen fand man es im Urin zweier Kranken. Bei dem Einen fand man es überdies in der Leber, wo sich nach den Versuchen von Millon das Antimon sehr aufhäuft; die Gänse sollen dadurch eine große Leber erhalten, und Schwefelantimon soll es sein, welches zur Bildung von fetten Lebern bei Gänsen in Straßburg gebraucht wird.

Die Ausscheidung des Arsens folgt noch langsamer als die des Antimons.

Leveran und Millon*) hatten schon früher andere Versuche über das Vermögen anderer Stoffe, ob sie zersetzt oder nicht zersetzt durch den Urin ausgeführt werden, mitgetheilt. Zuerst gehört hierher das weinsaure Kali-Natron. Sie fanden nicht, wie Wöhler, stets kohlensaure Salze an der Stelle dieses Doppelsalzes im Urin, sondern 175 Mal den Urin alkalisch, 6 Mal neutral, 87 Mal sauer: eine Verschiedenheit, die von der Menge abhängt; zu große Gaben des Salzes beschränken ihre Wirkung auf den Darmcanal, und der Urin kann sauer bleiben; aber kleine Gaben des Salzes werden absorbirt und die Weinsäure dient dann als Nahrungsmittel; sie wird zersetzt und kohlensaures Natron und Kali werden im Urin gefunden. Je kleiner und häufiger die Gaben sind, desto mehr soll das Salz absorbirt werden, desto weniger

---

*) Comptes rendus. Tom. 21. p. 237.

**) Comptes rendus. Tom. 19. p. 347.

soll es auf den Speisecanal wirken und desto mehr den Urin alkalisch machen. — Bei Bodensätzen von Harnsäure oder von sauren harnsauren Salzen im Urin kann man deshalb Seignettesalz — oder auch essigsaures Kali und viele andere Salze — in kleinen Mengen und wiederholt gegeben, mit Vortheil gebrauchen.

Beim Einnehmen von schwefelsaurem Natron fanden Leveran und Millon, wenn große Mengen des Salzes gegeben wurden, daß es seine Wirkung auf den Speisecanal beschränke, und nahmen nicht mehr Schwefelsäure im Urin wahr. Aber durch kleine Mengen schwefelsaures Natrons, häufig gegeben, kann die Menge des schwefelsauren Natrons im Urin bedeutend zunehmen.

Beim Einnehmen von Schwefel fanden sie keine Spur davon im Urin. Es ist bekannt genug, daß Schwefel im tractus intestinalis Entwickelung von $H_2S$ bewirkt; die Alkalien des Speisecanals bilden Sulphurete davon, die wieder zersetzt werden. — Da nun Kranke, welche Schwefel gebrauchen, durch ihre Haut $H_2S$ von sich geben, ist es seltsam, daß die Menge der schwefelsauren Salze im Urin bei dem Gebrauch von Schwefel nicht vermehrt wird. Ich glaube, daß dieses Resultat von Leveran und Millon bezweifelt werden kann.

Salicin fanden sie nach dem Einnehmen als salicylige Säure im Urin. Das Salicin — eine complexe Verbindung aus Zucker und Saligenin weniger Wasser zusammengesetzt:

$$C_{26}H_{36}O_{14} = C_{14}H_{16}O_4 + C_{12}H_{28}O_{14} - 4\,H_2O$$

— ist also, in so fern es Zucker enthält, zersetzt und das Saligenin hat im Körper dieselbe Veränderung erlitten, welche es unter dem Einfluß von chromsaurem Kali und Schwefelsäure erleidet.

Wöhler und Freerichs*) verdanken wir viele wichtige

*) Journ. f. pr. Chemie. Bd. 44. S. 60.

Untersuchungen über die Veränderung, welche viele Stoffe beim Durchgang durch den Urin erleiden.

Die Stoffe wurden in den Magen gebracht und der Urin aufgefangen und untersucht. Ich übergehe hier die toxikologische und physiologische Wirkung der angewandten Stoffe mit Stillschweigen, die gleichwohl mit vieler Sorgfalt von ihnen angeführt sind, und beschränke mich allein darauf, ob die gegebenen Stoffe verändert oder nicht verändert wieder gefunden wurden. Die Thiere waren meistentheils Hunde.

Salicylige Säure: unverändert im Urin wiedergefunden, ohne Bildung einer Spur Benzoesäure, womit sie dieselbe Zusammensetzung hat.

Bittermandelöl: frei von Blausäure, zersetzt, kleesaurer Kalk und Hippursäure im Urin.

Amygdalin: im Urin kein Amygdalin oder Hippursäure.

Benzoeäther: Hippursäure und viel kohlensaures Ammoniak im Urin.

Perubalsam: Hippursäure und ein Stoff im Urin, der bei der Erwärmung mit Salzsäure purpurfarben wurde. Im Perubalsam kommt Zimmtsäure vor, welche, in Benzoesäure verändert, unter Ausscheidung von $C_4H_4$ Hippursäure geformt hat.

Gerbsäure: Gallussäure und Pyrogallussäure im Urin und Braun-, selbst Schwarzwerden desselben.

Harnsaure Salze und Allantoin: Man gab Harnsäure in der Absicht, um zu sehen, ob diese in Oxalsäure, Harnstoff und Allantoin umgesetzt würde. Man nahm dazu ein Kaninchen, in dessen normalem Harn man sehr wenig Harnstoff fand. Durch 2,5 Gr. harnsaures Kali hatte die Menge des Harnstoffs sehr zugenommen, selbst bis zum Fünffachen der gewöhnlichen Menge.

In die Vena jugularis eines Hundes wurde 1,5 Gr. harnsaures Ammoniak eingespritzt. Es wurden keine harn-

saure Salze vom Urin abgesetzt, aber eine bedeutende Menge oxalsaurer Kalk.

Ein Mann nahm Abends 4 Gr. harnsaures Ammoniak. Den folgenden Morgen gab der Urin eine bedeutende Menge oxalsauren Kalk und ein wenig harnsaures Ammoniak.

Ein anderes Mal wurden 4,5 Gr. harnsaures Ammoniak genommen. Derselbe Niederschlag von oxalsaurem Kalk wurde bemerkt und sehr viel Harnstoff im Urin gefunden. — Harnsäure wurde also in der That im Organismus in Oxalsäure und Harnstoff verändert; Allantoin hat man im Urin nicht finden können, vielleicht ist es zersetzt worden.

Rhodankalium. Man versuchte dies, um wo möglich Aufklärung zu bekommen über die Art, wie Cystin entsteht, und die Weise, wie der Schwefel darin vorkommt. Man fand das Salz gleichwohl unverändert stets im Urin.

Verbindung von Senföl mit Ammoniak. Der Urin enthielt Rhodanammonium und die Veränderung, welche diese Verbindung im Organismus erleidet, ist also der gleich, welche Natron-Kalk hervorbringt. Vom Allyl wurden keine Spuren gefunden.

Chinon wurde im Urin nicht wieder gefunden; auch nicht Anilin.

Carbolsäure, in kleinen Mengen im Castoreum vorhanden, tödtete die Thiere.

Alloxantin, Alloxan. 5 bis 6 Grammen davon gegeben, konnten im Urin nicht wiedergefunden werden; der Urin enthielt viel Harnstoff.

Harnstoff wurde unverändert im Urin wiedergefunden und nicht in kohlensaures Ammoniak verwandelt.

Es ist nicht nöthig, aus diesen höchst wichtigen Versuchen weitere Schlüsse zu ziehen; die Schlüsse werden durch die Resultate selbst an die Hand gegeben. Die Wissenschaft ist dafür Wöhler und Frerichs vielen Dank schuldig.

Mit den folgenden Wahrnehmungen beschließe ich diesen Abschnitt.

Nach einem bedeutenden Gebrauch von Quecksilberpräparaten enthält der Urin Quecksilber. Nach dem Gebrauch von Blutlaugensalz und andern Salzen, oder cyanfreien Eisenpräparaten wird dem Urin zuweilen eine blaue Farbe mitgetheilt von Berlinerblau, aus Cyanverbindungen des Körpers hervorgebracht. Weinsäure und Oxalsäure geben im Urin weinsauren Kalk und oxalsauren Kalk. Aepfelsäure, Citronensäure und Harnsäure machen den Urin sauer. Bernsteinsäure geht unverändert in den Urin über. Jod zeigt sich im Urin als Jodkalium und Jodammonium, und selbst in allen Theilen des Körpers; Muskeln eines mit Jod vergifteten Thieres enthielten ein Jodür und kein Jod. Schwefelkalium geht zum Theil unverändert in den Urin über; zum Theil wird es in schwefelsaures Kali verändert. Kalisalze mit organischen Säuren findet man, wie schon angegeben, im Urin als kohlensaures Kali wieder; der Urin ist alkalisch z. B. nach dem Gebrauch von essigsaurem, äpfelsaurem, citronensaurem Kali. Daher rührt es auch, daß Aepfel, Kirschen, Erdbeeren, Himbeeren den Urin alkalisch und nach Zusatz einer Säure aufbrausen machen. Viele gefärbte Stoffe werden unverändert durch den Urin ausgetrieben, z. B. Rhabarber. Verändert werden Alkohol, Aether, Kampfer, thierische brenzliche Oele, Moschus, der Farbestoff der Cochenille, des Lackmus, der Ochsenzunge, auch Salze von Wismuth Blei und Zinn, auch Mineralsäuren, die den Urin nie sauer machen (Berzelius)*). Jones meint jedoch, daß die Mineralsäuren den Urin wohl sauer machen.

Krankhafter Urin. Die pathologischen Zustände des Organismus können in vielen Fällen Licht über die physiologischen Zustände verbreiten. Für keinen Fall ist dieses wahrer,

*) Journ. de Pharm. et de Chimie. Mars 1844. p. 215.

als für die Physiologie der Urinabscheidung; die Beschaffenheit des Urins steht in einem innigen Verbande mit dem normalen oder anormalen Zustande der meisten Verrichtungen des übrigen Organismus; im gewissen Sinn ist der Urin das Resultat desjenigen, was außer der Urinabscheidung an Stoffwechsel im Organismus vorgeht.

Mit Recht hat man auch viel Rücksicht genommen auf die Kenntniß des Urins in jeder Krankheit, nicht nur wegen des praktischen Werthes dieser Kenntniß, sondern auch um dadurch noch mehr und besser die Abscheidung des Urins selbst kennen zu lernen, und die Verbindung zu finden, in welcher die Abscheidung mit dem Stoffwechsel des Körpers im Allgemeinen steht. Wir wollen gleichwohl hier keine Besonderheiten dieser Erscheinungen angeben, da sie zum größten Theile in das Gebiet der Pathologie gehören*). Es ist jedoch nicht unpassend, die eigenthümlichen Stoffe anzuführen, die zuweilen im kranken Urin vorkommen.

Xanthic-Oxyd (harnige Säure). Selten in einigen Arten Urinsteinen, $C_5H_4N_4O_2$, enthält also ein Aeq. Sauerstoff weniger, als die Harnsäure (S. 1249).

Nach Unger, der es aus Guano bereitete, sollte es $C_{10}H_{10}N_{10}O_2$ und also von einer ganz anderen Zusammensetzung sein. Später hat er aber gefunden, daß er einen ganz anderen Stoff als Xanthic-Oxyd untersucht hat, welchem er den Namen Guanin gab.

Cystin ist zuweilen in Blasensteinen vorhanden: $C_6H_{12}N_2O_4S_2$. Darin kommt also Schwefel vor. Man kann es in Kalilauge in der Siedhitze auflösen und durch Essigsäure wieder fällen; deshalb ist Schwefel nicht so wie in den Proteinverbindungen darin vorhanden. — Die Zusammensetzung des Cystins ist nur in der empirischen Formel bekannt;

*) Siehe unter Anderem: Der Urin in gesundem und krankem Zustande von A. Becquerel, bearbeitet von C. Neubert. Leipzig 1842.

die Entstehung desselben kann vielleicht aus der Milchsäure abgeleitet werden:

$$C_6H_{10}O_5 + H_2N_6 + S_2O = H_4O_2 + C_6H_{12}N_2O_4S_2.$$

Wenn $S_2O_2$ das Cystin bildet, dann kann unter den oxydirenden Einflüssen Lactid:

$$C_6H_8O_4 + \text{Amid } H_4N_2 + S_2O_2 - O,$$

die Entstehung desselben erklären. Nähere Untersuchungen sind hier nothwendig. (Siehe Sarkosin S. 1261.)

Kleesäure kommt in vielen Harnsteinen vor (siehe S. 1251).

Es giebt noch andere, jedoch wenig untersuchte eigenthümliche Krankheitsproducte, als Steine oder Gries, oder auf andere Weise im Urin gefunden. Aber auch normale Stoffe treten zuweilen in krankhaften Mengen im Urin auf. — Ich will sie kurz anführen.

Harnsteine kommen vor, die zusammengesetzt sind aus Harnsäure, harnsauren Salzen, als Natron-, Ammoniak-, Magnesia-, Kalksalz, aus phosphorsauren Salzen, als phosphorsaurem Kalk, Ammoniak, Magnesia, aus kohlensaurem Kalk, kohlensaurer Magnesia, oxalsaurem Kalk, Cystin, Xanthic-Oxyd.

Von einigen dieser Stoffe kommt auch ein pulverförmiger oder krystallinischer Absatz im Urin vor, unter dem Namen von Gries, so von Harnsäure, harnsaurem Ammoniak, phosphorsaurem Kalk, phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia und anderen. — Es ist klar, daß die Art der Nahrung auf ihre Entstehung den größten Einfluß ausübt. Gries ist auch, bei hinlänglicher Kenntniß von der chemischen Zusammensetzung der Nahrungsmittel beim Arzte, oft der Wiederherstellung fähig. Man vermeide, was zur Entstehung des Grieses Veranlassung geben kann, welches hier jedoch nicht in seinen Einzelheiten abgehandelt werden kann. — Nur ein Wort noch über sehr gewöhnliche Absätze aus dem Urin.

Die Niederschläge, welche im sauren sich abkühlenden

Urin entstehen, sind nach Heintz*) zweierlei Art. Der eine setzt sich an die Wände des Gefäßes ab, krystallinisch, körnig, schwer; er besteht fast allein aus Harnsäure. Der andere ist locker, flockig, amorph, zuweilen mit einigen kleinen Krystallen gemengt, setzt sich nicht an die Wände des Gefäßes; er besteht aus harnsauren Salzen.

Der Niederschlag von Harnsäure in saurem Urin wird beim Erwärmen desselben wieder aufgelöst; er ist selten weiß, meistens rosenroth oder braunroth. Man hält ihn durchgehends für harnsaures Ammoniak, und in der That fand ich in allen Arten dieses Niederschlags, die ich untersucht habe, ein wenig Ammoniak, aber nicht genug, um die Harnsäure zu sättigen. Eben so wenig findet man dazu genug Kali oder Natron vorhanden; bei der Verbrennung hinterläßt er nur wenig Asche. Dieser Niederschlag entsteht vorzüglich durch die Anwesenheit eines Ueberschusses von freier Phosphorsäure, wodurch die harnsauren Salze zersetzt und freie Harnsäure abgeschieden wird. Aber auch ohne einen Ueberschuß von freier Phosphorsäure kann eine zu starke Fleischdiät einen solchen Niederschlag geben, so daß die Menge Phosphorsäure im Urin nicht größer ist als gewöhnlich. Ist dabei der Urin sehr sauer, so kann man stets auf eine bedeutende Menge freier Phosphorsäure rechnen.

Der amorphe Niederschlag ist ein Gemenge von verschiedenen harnsauren Salzen von Ammoniak, Kalk, Natron. In 100 Theilen dieses Niederschlags fand Heintz 3 bis 8 Theile unverbrennbaren Rückstand. Während nun harnsaures Ammoniak und harnsaures Natron jedes für sich krystallinisch ist, hören sie es auf zu sein, wenn sie unter einander gemengt abgesetzt werden; Heintz hat sich hiervon überzeugt, indem er ein Gemenge von einer Kochsalzlösung, Harnsäurelösung und

*) Annalen der Chemie u. Pharmacie. Bd. 55. S. 45.

Ammoniak machte. Es wurde hierbei ein amorphes Doppelsalz von harnsaurem Natron und harnsaurem Ammoniak gebildet *).

In Betreff der Menge phosphorsaurer Salze im Urin hat Bence Jones **) einige allgemeine Mittheilungen gemacht, in so fern sie verschieden ist bei verschiedenen Krankheiten. Er glaubt gefunden zu haben, daß bei allen nervösen die Menge der phosphorsauren Salze größer ist; daß bei allen acuten Herzenskrankheiten die Menge gleichfalls zunimmt und gleichen Schritt hält mit der Heftigkeit der Krankheit; beim Delirium tremens soll die Menge geringer sein; im Fall einer Knochenerweichung im Gegentheil wieder größer.

Nach Ronalds ***) sollen der Phosphor und Schwefel bei Lungenleiden in einem eignen Zustande im Urin vorkommen, keineswegs in der Form von Schwefelsäure und Phosphorsäure. Es ist mehr als wahrscheinlich, daß der Schwefel im normalen Zustande in sehr verschiedenen Formen im Urin vorkommt, in Verbindung mit organischen Körpern.

Die Diabetes mellitus ist dadurch ausgezeichnet, daß Zucker im Urin vorkommt, der sonst nicht darin angetroffen wird. Die Menge des Zuckers ist verschieden; es ist Traubenzucker. Man findet von demselben 10 bis 5 %, zuweilen weniger. Da die Menge des Urins hiebei in der Regel sehr zunimmt, ist es meistens ein sehr dünner Urin, und er enthält dann in demselben Maaße die gewöhnlichen Urinbestandtheile in geringerer Menge, in welchem er mehr verdünnt ist.

Man hat das Vorkommen des Zuckers im Urin lange Zeit von genossenem Zucker, oder von Mehlspeisen, oder vom Dextrin abgeleitet; aber die Erfahrung hat gelehrt, daß auch bei Fleischdiät allein — wie sehr diese auch anzurathen und

---

*) Siehe über die Niederschläge aus dem Urin unter Andern Golding Bird, die Harnsedimente. Wien 1846.

**) Phil. Magaz. 3e Série. Vol. 29. p. 53.

***) Phil. Mazag. 3e Série. Vol. 29. p. 406.

stärkemehlartige Speisen in dieser Krankheit abzurathen sind — der Urin doch Zucker enthält.

Der Zucker ist dann ohne Zweifel aus den Proteinverbindungen entstanden, in welchen Zucker als zusammensetzende Verbindung vorkommt. Ich habe schon S. 1257 darauf aufmerksam gemacht.

Wenn also wirklich Leimzucker Zucker und Harnstoff weniger Wasser ist, dann ist es wahrscheinlich, daß, wo Harnstoff im Körper in Freiheit gesetzt wird, dieser als Leimzucker besteht, der dann in Harnstoff und Zucker zersetzt wird. Dieser Zucker wird im normalen Zustande des Körpers in den Lungen zu Kohlensäure und Wasser oxydirt; aber es giebt im Körper Zustände, in welchen er durch den Urin entleert wird, wenigstens theilweise. Dieses tritt bei Diabetes mellitus ein.

Die Menge des Harnstoffs wird in einem solchen Urin nicht verändert. In dem Urin eines Diabeticus fand Reich*) bei einer Dichtigkeit von 1,032 an Zucker 4,33 %, an Harnstoff 0,97 %, also fast die mittlere Menge Harnstoff des normalen Urins; in einem andern Urin eines Diabeticus war die Menge des Zuckers geringer, die des Harnstoffs größer.

Ein directes Verhältniß zwischen Harnstoff und Zucker besteht also nicht. Dieses wirft keinen Zweifel gegen die Vorstellung auf, daß dieser Zucker von den Proteinverbindungen und leimgebenden Stoffen des Körpers kommt, denn bei Fleischdiät kann er von nichts Anderem kommen. — Der Harnstoff muß in diesem Fall in andere Verbindungen zersetzt werden, die gleichwohl noch nicht aufgefunden sind. Reich fand in einem diabetischen Urin phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, in einem andern nicht. Aber außer als Ammoniak kann der Harnstoff auf viele andere Weisen ausgetrieben werden, unter andern als Harnsäure. Hat doch Wiedemann**)

*) Archiv der Pharmacie Bd. 101. S. 20.
**) Journ. f. pr. Chemie. Bd. 42. S. 253.

gezeigt, daß beim Erhitzen Harnstoff unter Ammoniakverlust in Biuret verändert wird: $2(C_2H_8N_4O_2) - N_2H_6 = C_4H_{10}N_6O_4$, welches Biuret ist, eine Zusammensetzung, gleich der des zweifach cyansauren Ammoniaks. Das Biuret weniger $N_2H_6$ ist um CO verschieden von der Harnsäure: $C_5H_4N_4O_3$.

Genug, daß für die Elemente des Harnstoffs, um aus dem Körper zu treten, Gelegenheit im Ueberfluß übrig bleibt, wenn der Zucker des Proteins und des leimgebenden Gewebes durch den Urin als solcher ausgeführt wird.

Daß dabei der Körper sehr abmagern muß, ist schon aus dem Früheren zu schließen.

Der Zucker, der in der Milch der ausschließlich fleischessenden Thiere vorkommt, kann keinen andern Ursprung haben, als die Zersetzung der Proteinverbindungen und des leimgebenden Gewebes, ebenso wie der Zucker der Diabetiker bei strenger Fleischdiät.

Albumin kommt in dem Urin sehr häufig vor; seitdem man angefangen hat, darnach zu suchen, findet man es in einer sehr großen Menge von Fällen, sowohl im scheinbar gesunden, als auch in chronischen und acuten Krankheitsformen.

---

Ende des letzten Kapitels.

[illegible]

zeigt, daß beim Erhitzen Harnstoff unter Ammoniakverlust in Biuret übergeht nach: $2 (CH_4N_2O) - NH_3 = C_2H_5N_3O_2$, [illegible] [illegible] von der Harnsäure: $C_5H_4N_4O_3$.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

## Erklärung der Kupfertafeln.

---

**Zur Beachtung.** Die Erklärung der vorhergehenden Tafeln I bis VIII, enthaltend die Figuren 1 bis 85, befindet sich in Mitte des Werkes unter S. 517 bis 532 incl.

Fig. 86 *). Querdurchschnitte von der Oberhaut des Schenkels mit der Haut getrocknet und 4 Stunden in starker Essigsäure aufbewahrt (120mal vergrößert).

*a* Aeußerste aus Plättchen (m. s. Fig. 92) bestehende Lagen.

*b*. Zellen.

*c*. Kerne.

*d*. Eine dünne Lage structurloses Blastema.

*e*. Elastische Fasern der Haut.

Fig. 87.

*a*. Epithelium vom Bauchfell einer Kuh, von dem frischen Felle durch Abschaben mit dem Scalpel erhalten (410mal).

1. Eine Zelle mit dem Kern.

*b*. Idem, bei einer anderen Gelegenheit. Alle Zellen mit Kernen versehen.

Fig. 88. Dasselbe Epithelium (Fig. 87 *a*.) nach Hinzufügung von Essigsäure (410mal).

Fig. 89. Epithelium aus der Mundhöhle des Menschen, durch Abschaben der inneren Fläche der Wange erhalten (410mal).

1. Kern.

---

*) Die hierunter angegebenen Vergrößerungen sind nach Oberhauser bei 10 Zoll Gesichtsabstand bestimmt.

2. Kleine Körnchen, die namentlich ringsum den Kern verbreitet sind.

Fig. 90. Idem, 6 Stunden lang in Kali (eine gesättigte Lösung) gelegt (410mal).

*a*. Bei anfangender Einwirkung von Wasser.

1. Der Kern.

*b*. Bei weiterer Einwirkung von Wasser.

1. Der Kern im Anfange seiner Auflösung.

*c*. Bei noch längerer Einwirkung von Wasser.

1. Der Kern ganz körnig.

*d*. Bei vollkommener Einwirkung von Wasser.

Fig. 91. *a*. *b*. Oberhaut des Schenkels (mit der Haut getrocknet). Querschnitte, 7 Stunden lang in Kali aufbewahrt und Wasser hinzugefügt (410mal).

*a*. Zellen der äußersten Schichten.

*b*. Eine Zelle der innersten Schicht.

*c*. Zellen von der verdickten Oberhaut an den Fingerspitzen, auf gleiche Weise behandelt.

Fig. 92. Schuppen von der Oberhaut des Armes, durch Abschaben erhalten und 8 Stunden lang in Essigsäure gelegt (410mal).

Fig. 93. Cylinderepithelium aus dem Darm des Kaninchens (nach Henle).

*a*. Kegelförmige Zellen.

*b*. Intercellularstoff.

Fig. 94. Flimmerepithelium, durch Abschaben der Zunge eines Frosches erhalten (410mal).

1. Im Liegen gesehen.

*a*. Flimmerhärchen.

2. Auf die freie Oberfläche gesehen.

Fig. 95. Nagel vom Menschen (410mal).

*a*. Abgeschabt und 3 Stunden lang in conc. Essigsäure aufbewahrt.

1. Undeutlicher Kern.

*b*. Querdurchschnitte, 6 Stunden lang in starkem Kali aufbewahrt und Wasser hinzugefügt.

1. Deutliche Kerne.

Fig. 96. Kuhhorn, ein Längsschnitt, rechtwinklig gegen die Oberfläche genommen, 5 Stunden in starkem Kali aufbewahrt und Wasser hinzugefügt (410mal).

*a*. Zelle aus der unteren Lage.

*b*. Zelle von der oberen Lage.

1. Kern derselben.

Fig. 97. Kuhhorn, Querdurchschnitt, 22 Stunden lang in Kali gelegt (10mal).

1. Kern.

Fig. 98. Kuhhorn, der Oberfläche parallel genommen und 24 Stunden lang in starker Schwefelsäure aufbewahrt. In Schwefelsäure schwimmende Hornplättchen (410mal).

*a.* Ein gebogenes Schüppchen.

*b.* Ein gerades Schüppchen (in geringer Zahl vorhanden).

*c.* Ein Schüppchen mit sichtbarem Kerne.

Fig. 99. Dünne Längsschnitte von dem zur Untersuchung angewandten Stücke Fischbein (2mal).

*a.* Graue Substanz.

*b.* Schwarze oder gestreifte Masse.

Fig. 100. Querdurchschnitt der grauen Substanz (600mal).

*a.* In Wasser beobachtet.

1. Parallele Fischbeinplättchen.

*b.* In Terpentinöl beobachtet.

Fig. 101. Längsdurchschnitt der grauen Substanz (600mal).

Fig. 102. Querdurchschnitt der gestreiften Substanz (120mal).

1. Fischbeinkanälchen.
2. Concentrische Fischbeinplättchen.

Fig. 103. Idem, von einem Fischbeinkanälchen mit den dazu gehörenden Plättchen, stärker vergrößert (410mal).

1. Fischbeinkanälchen.
2. Concentrische Fischbeinschüppchen.
3. Dunkle Punkte (Höhlungen?).

Fig. 104. Längsdurchschnitt der gestreiften Substanz (50mal).

1. Fischbeinkanälchen.
2. Fettzellen in denselben.
3. Abgeschnittene Fischbeinkanälchen.
4. Concentrische Plättchen.

Fig. 105. Idem, von einem Fischbeinkanälchen mit den umgebenden Plättchen (410mal).

1. Concentrische Plättchen, im Durchschnitt gesehen.
2. Dunkle Punkte (Höhlungen?).
3. Schief abgeschnittene concentrische Plättchen.
4. Fettzellen.
5. Schwarzer feinkörniger Stoff.

Fig. 106. Ein dickerer Querdurchschnitt vom Fischbein, 24 Stunden in Kali aufbewahrt und nachher Wasser hinzugefügt (410mal).

*a.* Vereinigte Zellen.

*b.* Durch Drücken und Hinzufügen von Wasser isolirte Fischbeinzellen.

1. Körniger Inhalt (Ueberbleibsel von einem Kerne?).

Fig. 107. Ein sehr dünner Durchschnitt der gestreiften Substanz, 48 Stunden in starkem Kali aufgehoben und dann Wasser hinzugefügt (410mal). Ein Fischbeinkanälchen mit allen seinen concentrischen Plättchen isolirt.

Fig. 108. Idem, auf gleiche Weise dargestellt. Durch Drücken und Reiben isoliren sich die Plättchen, legen sich um und brechen ab (410mal).

1. Eine umgelegtes Plättchen.

Fig. 109. Auf gleiche Weise erhaltene, umgelegte Plättchen, auf die Oberfläche (Dicke des genommenen Durchschnittes) gesehen (410mal).

*a.* Ein einzelnes abgeriebenes Plättchen auf die umgeschlagene Oberfläche gesehen.

*b.* Mehrere derselben vereinigt.

1. Querdurchschnitt vom Fischbein, worauf die Plättchen sichtbar sind.
2. Umgeschlagene Oberfläche.

Fig. 110. Epithelium von einem schwarzen Kopfhaar, drei Stunden lang in einer gesättigten Auflösung von Kali, die mit $1/4$ Wasser verdünnt war, aufbewahrt (410mal).

1. Abgehendes Epithelium.
2. Rand vom eigentlichen Gewebe der Haare (nur angedeutet).

Fig. 111. Epithelium von einem schwarzen Barthaar, $2\frac{1}{2}$ Stunden in conc. Schwefelsäure aufbewahrt (410mal).

*a.* Durch Reiben von dem Haar isolirte Lamellen.

1. Grenzen (Querstreifen der Haare) der besonderen Epitheliumplättchen, woraus die Lamellen bestehen.

*b.* Durch weiteres Reiben isolirte Epitheliumplättchen.

Fig. 112. Eigenes Gewebe der Haare (sogenannte Corticalschicht), von schwarzen Kopfhaaren erhalten, 4 Stunden in starker Schwefelsäure aufgehoben (410mal).

*a.* Secundäre Haarbündel durch Drücken und Reiben isolirt.

*b.* Durch weiteres Reiben isolirte Haarfäserchen.

*c.* Idem Haarplättchen.

Fig. 113. Mark der Haare, 24 Stunden in starkem Kali aufbewahrt und Wasser hinzugefügt, wobei das eigen-

thümliche Gewebe weggeschwemmt wird; ohne Deckgläschen gesehen (410mal).

*a.* Mark von schwarzem Kopfhaar.

*b.* 1. Idem von schwarzem Barthaar.

2. Kleine Moleküle (Pigmentmassen?).

Fig. 114. Querdurchschnitte von Schildpatt, 24 Stunden in Kali aufgehoben, und dann Wasser hinzugefügt (410mal).

Fig. 115. Idem, 48 Stunden lang in Kali aufbewahrt und dann Wasser hinzugefügt (410mal).

Fig. 116 Bindegewebe zwischen den Schenkelmuskeln von einem ausgewachsenen Menschen (410mal).

*a.* Vereinigte Bündel.

1. Ein umgeschlagenes Bündel.

*b.* Ein isolirtes Bündel mit deutlichen Primitivfasern.

Fig. 117. Elastische Fasern (Kernfasern) von demselben, nach 4stündiger Einwirkung von Kali und Wasserzusatz übriggeblieben, wobei die fadenförmigen Fasern (leimgebenden Fasern) aufgelöst werden (410mal).

Fig. 118. Bindegewebe unter der Fascia lata, 5 Stunden in starker Kalilauge aufbewahrt (410mal).

1. Scheinbare Oeffnungen, mit einem körnigen Inhalte gefüllt.
2. Fasern, die jene einschließen.

Fig. 119. Elastische Faser von der Haut des Schenkels von einem ausgewachsenen Menschen, 4 Stunden in verdünnter Essigsäure aufbewahrt (410mal).

*a.* Oberflächliche (in der Nähe der Oberhaut genommene) mit dünnen Fasern.

*b.* Der mittlere Theil (fehlt).

*c.* Der unterste Theil, mit dickeren Fasern, die nach außen allmälig dünner werden.

Fig. 120. Querdurchschnitt der getrockneten Sehne des M. semitendinosus, nach Hinzufügung von Wasser (50mal).

1. Secundäre Bündel.
2. Loses Bindegewebe zwischen den secundären Bündeln.
3. Durchschnitte von einem Blutgefäß in demselben.
4. Fettgewebe in denselben.

Fig. 121. Längsdurchschnitte von derselben Sehne, nach Hinzufügung von verdünnter Essigsäure (410mal).

1. Parallel verlaufende Bündel, ganz gallertartig geworden.
2. Elastische Fasern (Kernfasern).

Fig. 122. Idem, nach Hinzufügen von Essigsäure zu einem

dickeren Querdurchschnitt erhalten, wodurch die Bündel sich umlegen (410mal).
1. Parallel verlaufende Primärbündel, gallertartig geworden.
2. Elastische Fasern.

Fig. 123. Idem von einem dünneren Querdurchschnitt erhalten (410mal).
1. Parallele gelatinöse Sehnenbündel.
2. Kernfasern.

Fig. 124. 1. Ein primäres Sehnenbündel von derselben Sehne im frischen Zustande (410mal).
2. Mit Nadeln isolirte Primitivfasern.

Fig. 125. Primitivfasern vom Ligament. sacrotuberosum, 50 Stunden in einer gesättigten Auflösung von Kali ohne Zufügung von Wasser (410mal).

Fig. 126. Längsdurchschnitt von dem mit Essigsäure gekochten Nackenbande einer Kuh (410mal).

Fig. 127. Eine einzelne Faser von dem frischen Nackenbande (410mal).

Fig. 128. Fasern vom Nackenbande, 24 Stunden in Kali aufbewahrt und dann Wasser hinzugefügt (410mal).

Fig. 129. Querschnitte von dem getrockneten Nackenbande mit starker Essigsäure behandelt (410mal).

Fig. 130. Fasern des Nackenbandes, mehrere Tage in Kali aufbewahrt und dann Wasser hinzugefügt.

Fig. 131. Gelbe Bänder von einem Menschen, getrocknet (410mal).
*a*. Durchschnitte der Oberfläche parallel, mit Essigsäure behandelt.
1. Elastische Fasern.
2. Gallertartig aufgequollene leimgebende Fasern.
*b*. Querdurchschnitte mit Essigsäure behandelt.
1. Elastische Fasern.
2. Leimgebende Fasern, gallertartig geworden.

Fig. 132. Fasern aus dem Stimmbande mit Essigsäure behandelt (420mal).

Fig. 133. Rippenknorpel von einem 22jährigen Individuum. Querdurchschnitt in der Nähe der Oberfläche (120mal).
1. Etwas entfernter von der Oberfläche.
2. An der Oberfläche vom Knorpel.
3. Intercellularsubstanz.
4. Knorpelkörperchen.

Fig. 134. Idem, aus der Nähe des Centrums (120mal).
1. Knorpelkörperchen mit zwei Zellen.

2. Knorpelkörperchen mit zwei bis vier Zellen in einer Reihe.
3. Körnige Intercellularsubstanz.
4. Faserige Intercellularsubstanz aus dem asbestartigen Ringe.
5. Fettkügelchen in der Intercellularsubstanz.

Fig. 135. Idem (410mal).

*a.* Sehr schmale Knorpelkörperchen in der Nähe des Knorpels.

*b.* Ein mehr rundliches Knorpelkörperchen aus dem Knorpel eines andern Körpers.

1. Ein Kern ohne Zelle im Knorpel.
2. Zellen mit Kernen.
3. Kerne, zum Theil in Fett übergegangen.

*c.* Knorpelkörperchen mit sehr viel Fett versehen.

1. Ein besonderes Fettbläschen im Knorpel, nicht in eine Zelle eingeschlossen.
2. Sehr große Fettkörper in Zellen.
3. Körnige Intercellularsubstanz.

*d.* Idem (aus dem asbestartigen Ringe), durch wiederholtes Ausziehen mit Aether vom Fett befreit (410mal).

1. Zellen.
2. Bälge der Fettkörperchen.
3. Fasern aus dem asbestartigen Ringe.

Fig. 136. Drei Querdurchschnitte von Rippenknorpeln (natürliche Größe).

*a.* Oberfläche vom Knorpel.

*b.* Querdurchschnitt.

1. Weiche concentrische Lage von asbestartigem Ansehen.

Fig. 137. Knorpelkörperchen in Schwefelsäure schwimmend, durch einen feinen Schnitt aus dem Rippenknorpel erhalten, 6 Stunden in starker Schwefelsäure aufbewahrt (410mal).

Fig. 138. Wirbelzwischenknorpel von einem Erwachsenen.

*a.* Das feste Gewebe, mit Nadeln fein zertheilt.

*b.* Das zarte Centralgewebe.

Fig. 139. Der zarte centrale Theil von dem Wirbelzwischenknorpel einer ausgewachsenen Frucht, nach Hinzufügung von Wasser (410mal).

*a.* Gruppen von Zellen mit Kernen und Kernkörperchen in jeder Zelle.

1. Ein besonderer Kern.

*b.* Structurloses Blastem zwischen den Gruppen.

Fig. 140. Feine schiefe Schnitte (in der Richtung der Fasern)

von dem getrockneten Wirbelzwischenknorpel eines Erwachsenen (410mal).

1. Knorpelfasern.
2. Eine langgestreckte Zelle.
3. Ein verlängerter Kern.
4. Eine Kernfaser.

Fig. 141. Querdurchschnitt vom getrockneten Ohrknorpel mit der innersten Schicht der Haut, mit verdünnter Essigsäure behandelt (120mal).

1. Elastische Hautfasern.
2. Uebergang zwischen Haut und Knorpel, mit Kernen zwischen den elastischen Fasern.
3. Elastische Knorpelgewebe.
4. Elastische Fasern zwischen den Knorpelkörpern.
5. Knochenkörperchen in den dünneren Theilen der Durchschnitte.
6. Durch elastische Fasern bedeckte Knorpelkörperchen.

Fig. 142. Querschnitte vom getrockneten elastischen Ohrknorpel (410mal).

1. Elastische Fasern.
2. Knorpelkörperchen mit Zellen und Kernen.
3. Fettkörperchen.

Fig. 143. Querschnitt vom getrockneten Ohrknorpel, 5 Stunden in starker Kalilauge aufgehoben und reichlich mit Wasser versehen (410mal).

1. Offene Räume, wo sich die Knorpelzellen, die aufgelöst sind, befanden.
2. Feines Netz von elastischen Fasern.

Fig. 144. Aus einer dünn geschliffenen Platte, auf dem Querschnitte vom Schenkelbein des Menschen, in Terpentin liegend (410mal).

1. Knochenkörperchen.
2. Strahlen der Knochenkörperchen.

Fig. 145. Eine dünne Platte vom Pflugscharbein des Menschen, durch Abschleifen erhalten und in Terpentin gelegt (410mal).

1. Große Knochenkörperchen.
2. Körnige Intercellularsubstanz.
3. Weitere Strahlen der Knochenkörperchen, deutlich als Kanälchen zu erkennen.

Fig. 146. Querdurchschnitte vom mit verdünnter Salzsäure behandelten Schenkelknochen des Menschen (50mal).

1. 2. Markkanäle von der Nähe der Oberfläche von dem Knochen.
3. 4. Markkanäle tiefer im Knochen.
5. Quermarkkanäle, welche die Längskanäle unter einander verbinden.
6. Knochenplättchen, der Oberfläche parallel mit dazwischen liegenden Beinkörperchen.
7. Knochenplättchen, concentrisch um die Markkanälchen, zugleich mit Knochenkörperchen.

Fig. 147. Idem, ein Markkanal mit seinen concentrischen Knochenplättchen (140mal).
1. Knochenkörperchen.
2. Knochenplättchen.
3. Markkanälchen.

Fig. 148. Idem, Längsschnitte (410mal).
1. Knochenkörperchen (Knochenhöhlungen).
2. Knochenplättchen.
3. Körperchen (Kerne) in den Knochenhöhlungen.

Fig. 149. Idem (25mal).
1. Längsmarkkanälchen.
2. Quermarkkanälchen (zwischen den Markkanälchen sind die Knochenkanälchen und Knochenhöhlungen als kleine Pünktchen bei dieser Vergrößerung noch einigermaßen wahrnehmbar).

Fig. 150. Idem (410mal). $5\frac{1}{2}$ Stunden mit starker Kalilauge behandelt und mit Wasser ausgespült.
1. Knochenhöhlungen mit Kernen.
2. Zellen mit Kernen in einer der Höhlungen.

Fig. 151. Fettzellen aus dem Gesichte eines mäßig mageren Menschen (410mal).
1. Fettzellen.
2. Körnig-faseriges Gewebe zwischen den Zellen.

Fig. 152. Fettzellen von einem Schafe (120mal), in starker Essigsäure schwimmend.

Fig. 153. Bälge der Fettzellen von einem Ferkel, durch Ausziehen mit Aether gewonnen (410mal).
1. Ein Theil von dem Balge, der frei war und worauf man die körnige Structur sehen kann.

Fig. 154. Querschnitte des M. semitendinosus mit verdünnter Essigsäure behandelt (120mal).
1. Primitivbündel, für sich gezeichnet.
2. Perimysium.

Fig. 155. Idem (410mal).

1. Primitivbündel, worin die Primitivfasern in ihren Durchschnitten sichtbar sind.
2. Kerne mit Sarcolemma.

Fig. 156. Querschnitte der Schenkelmuskeln von einem sehr mageren Frosch mit verdünnter Essigsäure behandelt (100mal).
1. Primitivbündel (für sich gezeichnet).
*a*. Kleinere Bündel.
2. Perimysium.
3. Durchgeschnittene Nervenzweige.

Fig. 157. Idem (410mal).
*a*. Kleinere Bündel.
1. Kerne im Primitivbündel.
2. Primitivfasern.
3. Muskelstoff zwischen den Primitivfasern.
4. Capillargefäß.

Fig. 158. Schiefe Längsschnitte von einem Primitivbündel eines trockenen Froschmuskels, nach Hinzufügung von Jodtinctur.
1. Dickere Seite, wo man deutliche Streifen sieht.
2. Dünnere Seite, wo man nur Körnchen sieht.

Fig. 159. Primitivbündel von den Schenkelmuskeln eines Frosches, 3 Stunden in starker Essigsäure aufbewahrt (410mal).
1. Sarcolemma.
2. Kerne im Primitivbündel, bei Verschiebung des Focus gezeichnet.
3. Primitivfasern.
4. Querstreifen.

Fig. 160. *a*. Primitivbündel eines Froschmuskels, 5 Stunden lang in starkem Kali aufbewahrt (410mal).
1. Kerne.
*b*. Nach beginnender Einwirkung von Wasser.
1. Kerne.

Fig. 161. Idem, 24 Stunden in starkem Kali aufgehoben.
1. Primitivbündel, in viereckige Querstücke getheilt (410mal).
2. Primitivfasern (410mal).

Fig. 162. Elastische Fasern aus der tieferen Lage (von unwillkürlichen Muskelfasern) des Schlundes einer Kuh, durch 34stündige Einwirkung von Kali und Hinzufügen von Wasser erhalten, wobei die übrigen Fasern aufgelöst wurden (410mal).

Fig. 163. Elastische Fasern, zwischen den Muskelfasern zerstreut,

aus der Circularfaserhülle der Aorta des Menschen, ebenso wie vorhin erhalten (410mal).

1. Noch nicht aufgelöste feine Körnchen, von den Muskelfasern herrührend.

Fig. 164. Unwillkürliche Muskelfasern aus den Taeniis coli eines Erwachsenen (410mal).

*a.* Isolirte Fasern.

*b.* In Masse gesehen.

*c.* Nach Einwirkung von Essigsäure.

1. Kerne.
2. Elastische Fasern.

Fig. 165. Querschnitte der Hüllen der Aorta des Menschen, 4 Stunden in starker Essigsäure aufbewahrt (30 mal)*).

1. Tunica adventitia.
2. » elastica.
3. » fibrosa circularis (elastico-muscularis).
4. » fibrosa longitudinalis.
5. » striata.

Fig. 166. Idem, Querschnitte der fibrosa circularis (120mal).

1. Elastische Platten im Durchschnitt gesehen.
2. Muskelfasern (durchscheinend geworden) und feine elastische Fasern zwischen den Platten.

Fig. 167. Idem, idem (410mal).

1. Elastische Platten, im Durchschnitt gesehen.
2. Muskelfasern (durchscheinend) und elastische, meistens querdurchgeschnittene dünnere Fasern.

Fig. 168. Idem, Netz von elastischen Fasern aus der Tunica elastica der Aorta auf die Oberfläche gesehen (410mal; den Querdurchschnitt s. 165, 2).

Fig. 169. Idem, Netz von elastischen Fasern, welches eine der äußersten elastischen Platten der Tunica fibrosa circularis der Aorta, auf die Oberfläche gesehen, darstellt (410mal; Querschnitt s. 165, 3).

Fig. 170. Gestreifte Hülle aus der frischen Carotis einer Kuh, auf die Oberfläche gesehen (410mal).

Fig. 171. Muskelfasern aus der ringweise faserigen Hülle der Aorta, von einem jungen Schafe (410 Mal).

*a.* Mit Wasser befeuchtet.

---

*) Die im Text beschriebene ist nur einige Augenblicke mit Essigsäure behandelt, wobei die Muskelfasern mehr sichtbar blieben. Bei längerer Aufbewahrung in Essigsäure kommt das elastische Gewebe deutlicher hervor.

1. Hervorstehende isolirte Fasern.

*b*. Nach Behandlung mit Essigsäure.

Fig. 172. Epithelium aus der Aorta einer Kuh, durch Abschaben erhalten (410mal).

1. Epitheliumplatten.
2. Kerne mit zwei oder drei Kernkörperchen.

Fig. 173. Längsschnitte der Hülle der getrockneten Vena azygos, mit Essigsäure behandelt (410mal). (Dieser Durchschnitt wurde erhalten, nachdem die Ader über einem feinen Hölzchen getrocknet war.)

*a*. Elastische Platten.
1. Aeußerste.
2. Innerste.

*b*. Gallertartig gewordenes Bindegewebe.
1. Aeußerste Lagen.
2. Innerste Lagen.

Fig. 174. Querschnitte von dem innersten Theile der Hülle von der getrockneten Vena jugularis der Kuh (120mal).

*a*. Elastische Platten.
1. Mehr nach außen liegende Platten.
2. Mehr nach innen liegende Platten.

*b*. Gelatinös gewordenes Bindegewebe.
1. Innere Lagen.
2. Aeußere Lagen.

Fig. 175. Idem, ein kleiner Theil des Querdurchschnittes von einer der äußersten elastischen Platten der Vena jugularis (410mal). (Man vergl. Fig. 171. *a*. 1.)

Fig. 176. Elastische Platten der Vena jugularis der Kuh, auf die Oberfläche gesehen, durch etwas dickere Querschnitte, die vier Stunden in starker Essigsäure gelegen und zwischen zwei Glasplatten gedrückt wurden, erhalten, wobei die querdurchgeschnittenen Platten sich umlegen (410mal).

*a*. Die äußersten Platten.

*b*. Mehr nach innen liegende.

*c*. Noch mehr nach innen liegende.
1. Oeffnungen.

*d*. Aus der Nähe der gestreiften Hülle.
1. Oeffnungen.

Fig. 177. Bindegewebe zwischen den elastischen Platten, aus der frischen Vena jugularis genommen (410mal).

Fig. 178. Eine Platte von der gestreiften Hülle der Vena subclavia einer Kuh, 16 Stunden in Kali aufbe-

wahrt und Wasser hinzugefügt, wodurch sie sich von der übrigen Wand der Ader abscheidet (410mal).

1. Eine Oeffnung.

Fig. 179. Querschnitte von dem trockenen Nervus ischiadicus des Menschen, mit verdünnter Essigsäure behandelt.

1. Secundäre Bündel.
2. Bindegewebe.
3. Fettgewebe in demselben.
4. Scheide um jedes secundäre Bündel (eigentliches Neurilem).
5. Eine Oeffnung, woraus ein secundäres Bündel ausgefallen ist.

Fig. 180. Idem, eins der kleinsten secundären Bündel (120mal).

1. Scheide des Bündels.
2. Primitivbündel mit ihren Primitivfasern.
3. Durchscheinende Streifen, wodurch diese von einander getrennt sind.

Fig. 181. Einzelne Primitivfasern, quer durchgeschnitten (410mal).

Fig. 182. *a*. Nervenfasern aus dem 10ten Rückenmarksnerv von einem Frosche, zwei Tage alt (410mal).

*b*. Zwei nahe an einander liegende Fasern, mit körnigem Inhalte.

1. Cylinderaxe, frei hervorstehend.
2. Eine Faser mit mehr gleichartigem Inhalt.

Fig. 183. Frische Nervenfasern von den Rückenmarksnerven eines Frosches, ½ Stunde in starker Kalilauge aufbewahrt (410mal).

Fig. 184. Idem, eine Stunde lang in starker Essigsäure aufbewahrt.

1. Spiralförmig gedrehte Cylinderaxe.

Fig. 185. Idem, 24 Stunden in starker Kalilauge aufbewahrt und mit Wasser behandelt, wobei allein Fett und Seifenkügelchen übrig bleiben.

Fig. 186. *a*. Nervenfasern von dem 10ten Rückenmarksnerv eines Frosches, zwei Tage alt, mit Aether ausgezogen (410mal).

*b*. Idem, zwei Stunden in starker Essigsäure aufbewahrt.

Fig. 187. Fasern vom Nerv. sympathicus aus dem Verbindungszweige des hintersten Rückenmarksnerven eines Frosches (410mal).

*a*. In frischem Zustande.

*b*. Nach einer einstündigen Behandlung mit starkem Kali.

*c.* Nach einer einstündigen Behandlung mit Essigsäure.

Fig. 188. Querschnitte vom Nerv. splanchnicus vom Menschen (25mal), mit schwacher Essigsäure behandelt.

1. Secundäre Nervenbündel.
2. Bindegewebe.
3. Scheide von einem secundären Bündel.
4. Durchschnitte von mit Blut gefüllten Gefäßen.
5. Fettgewebe.

Fig. 189. Idem, eins der kleinen secundären Bündel, mit Essigsäure behandelt (120mal).

1. Scheiden der primären Bündel.
2. Scheide vom secundären Bündel.

189. Idem, ein Theil eines primären Bündels (410mal).

1. Hüllen der Primitivfasern, mit schwacher Essigsäure behandelt.
2. Inhalt der Primitivfasern.
3. Dickere Nervenfasern.
4. Scheide eines secundären Bündels.
5. Scheide des primären Bündels.

Fig. 190. Nervenfasern aus der weißen Substanz des Hirnes einer Kuh, 72 Stunden alt (410mal).

*a.* Dünne Nervenfasern, von der äußersten Lage vom Cornu Ammonis.

*b.* Nervenfasern aus den Hemisphären.

1. Eine dickere Faser.

*c.* Dicke Nervenfaser aus dem Corp. pyramidal.

Fig. 191. *a.* Globuli nucleati aus der Substantia Cortical. der Hemisphären des Hirns einer Kuh, 24 Stunden alt (410mal).

1. Körniger Stoff zwischen den Globulis nucleatis.

*b.* Ein Globulus nucleatus, stärker vergrößert (930mal).

Fig. 192. *a.* Körnige Kügelchen, welche man außer den Globulis nucleatis in der grauen Substanz des Cornu Ammonis findet (110mal).

*b.* Hellere glatte Kügelchen.

Fig. 193. Globuli nucleati aus dem kleinen Gehirn einer Kuh, 24 Stunden alt (410mal).

1. Birnenartig verlängerte.
2. Sphärische.
3. Mit zwei Fortsätzen (Nervenfasern?).
4. Kleinere Körperchen, zwischen den Globulis nucleatis vorkommend.

Fig. 194. Globuli nucleati und Nervenfasern aus dem Gan-

glion Gasseri der Kuh, 24 Stunden alt (150mal).

1. Globuli nucleati.
2. Zelle des Globulus nucleatus.
3. Kern dieser Zelle.
4. Scheide von dem Globulus nucleatus, die von zwei oberen Globulis nucleatis getrennt ist.
5. Nervenfasern.

Fig. 195. Globulus nucleatus aus dem Ganglion Gasseri der Kuh, mit starker Essigsäure behandelt (410mal).

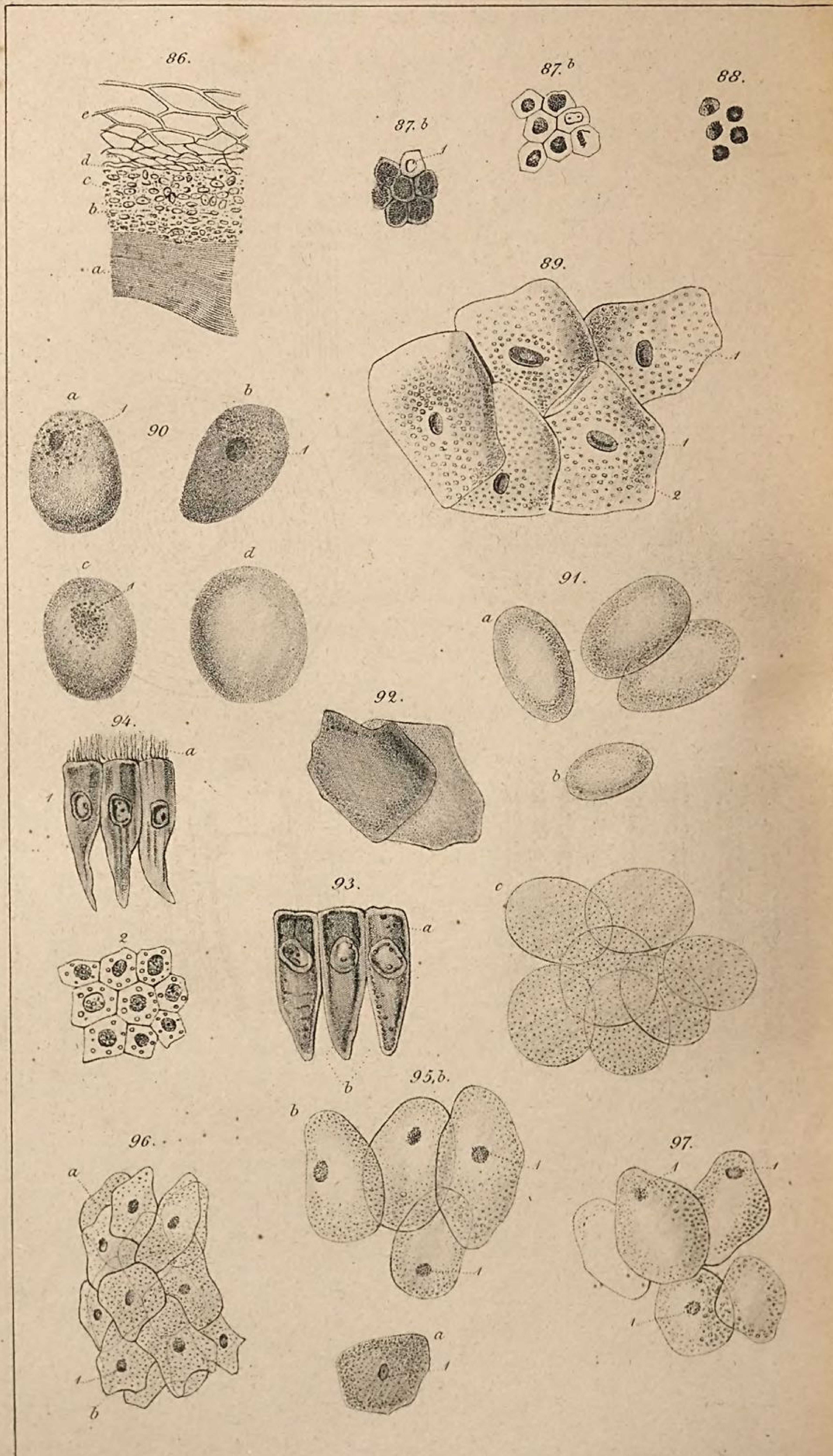
1. Scheide.
2. Inhalt von cellularem Ansehen.
3. Zelle in dem Globulus nucleatus, durch ein besonderes Häutchen eingeschlossen und mit hellerem Inhalt.
4. Kern dieser Zelle.

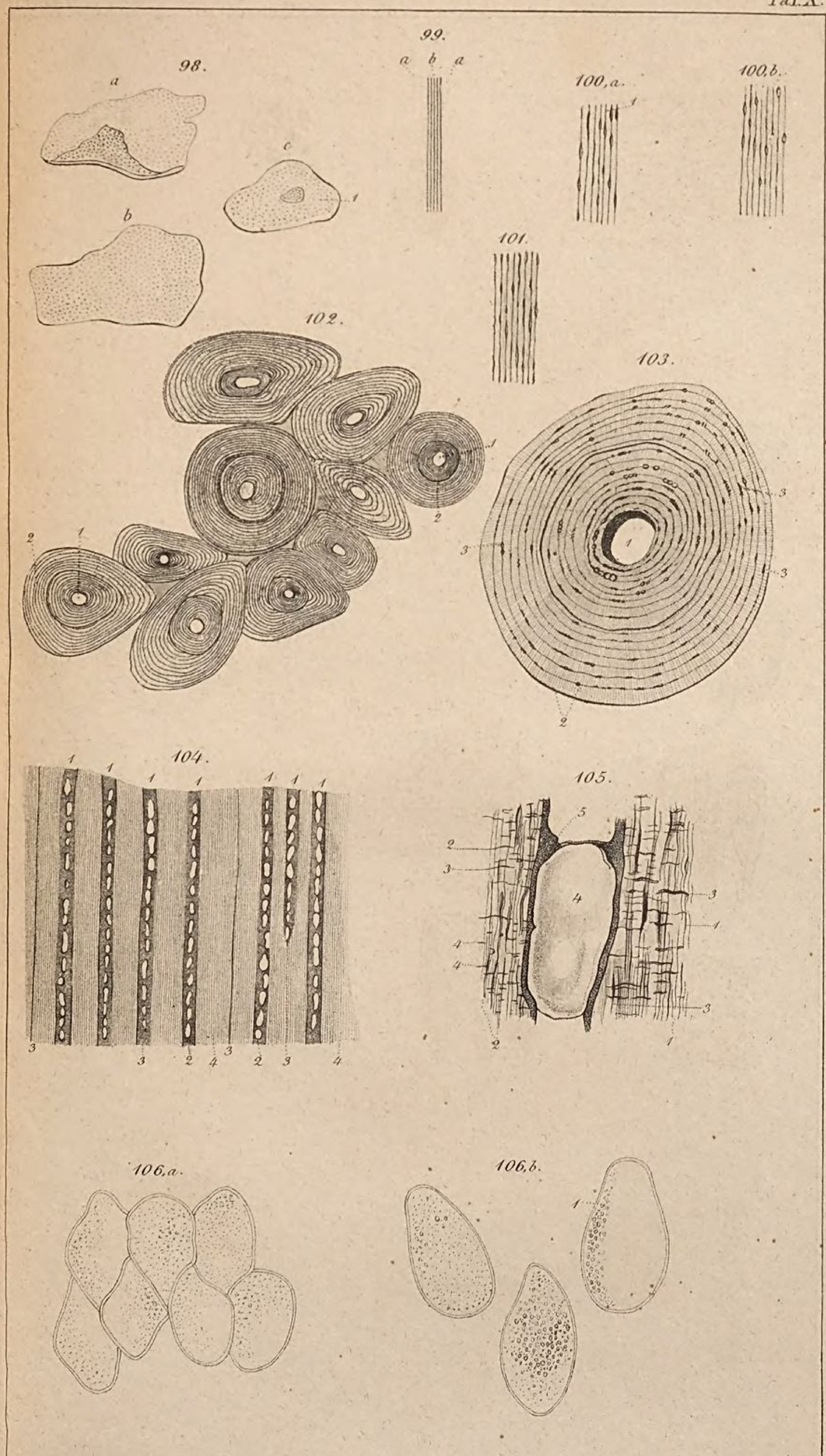
Fig. 196. Globulus nucleatus aus dem Ganglion Gasseri der Kuh (150mal).

1. Eine hierauf liegende geschlungene Nervenfaser.
2. Scheide.
3. Ein Theil der Oberfläche, von der Scheide befreit.

Fig. 197. Querdurchschnitt eines Globulus nucleatus in seinem größten Durchmesser aus einem getrockneten Ganglion Gasseri der Kuh, nach Hinzufügung von Wasser und verdünnter Essigsäure (410mal).

1. Scheide, scharf begrenzt.
2. Zelle, im Globulus nucleatus eingeschlossen. (Diese erscheint nicht durchgeschnitten, sie liegt sehr oberflächlich.)

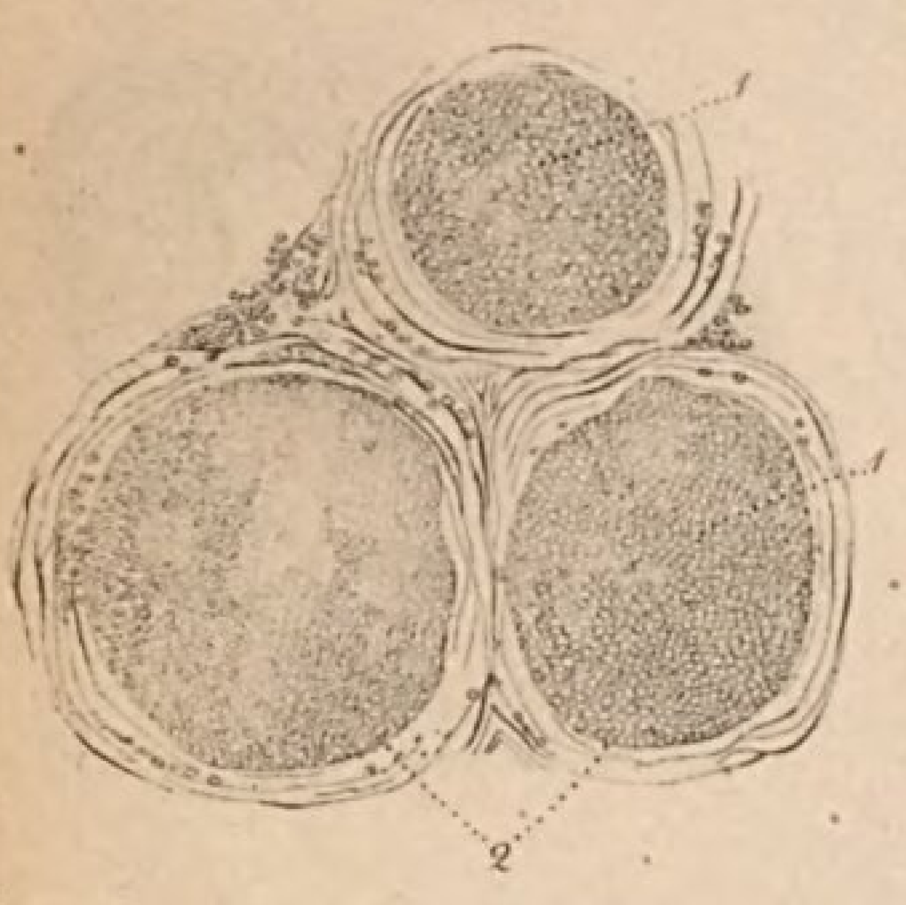

86.
87. b
87. b
88.
89.
90
91.
92.
93.
94.
95, b.
96.
97.


98.
99.
100, a.
100, b.
101.
102.
103.
104.
105.
106, a.
106, b.

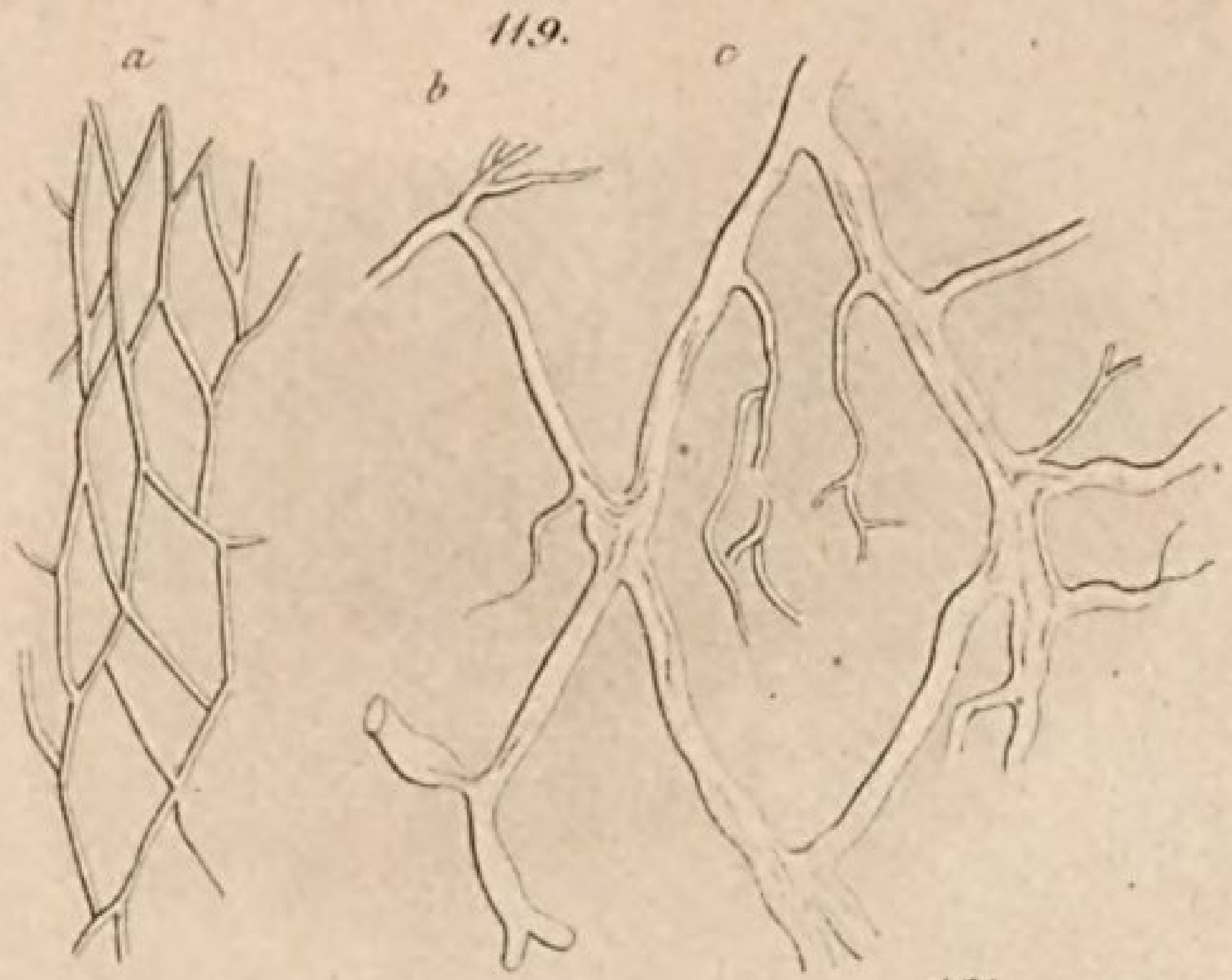


107.
108.
109.
110.
111.
112.
113.
114.
115.
116.
117.

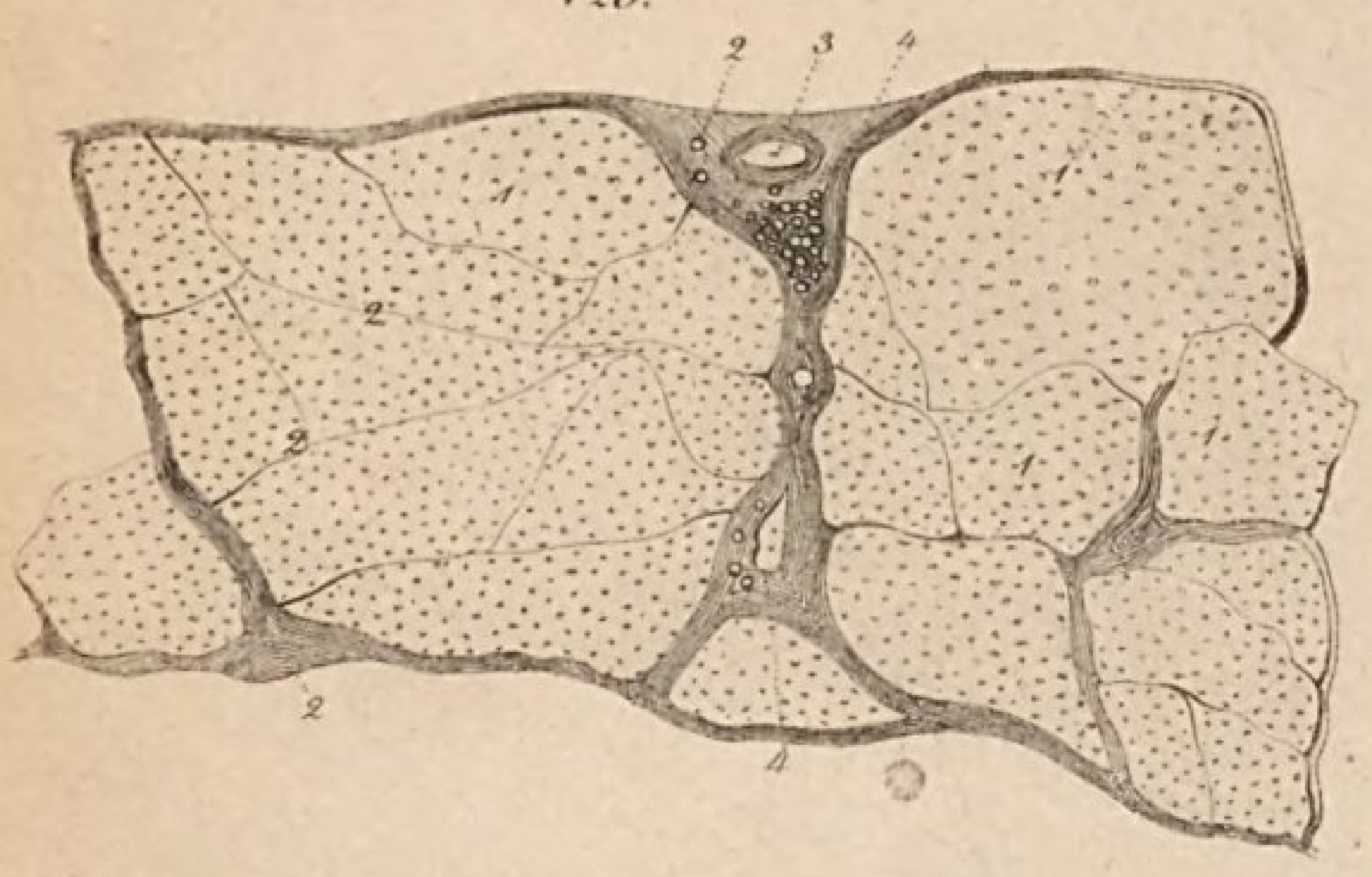
118.



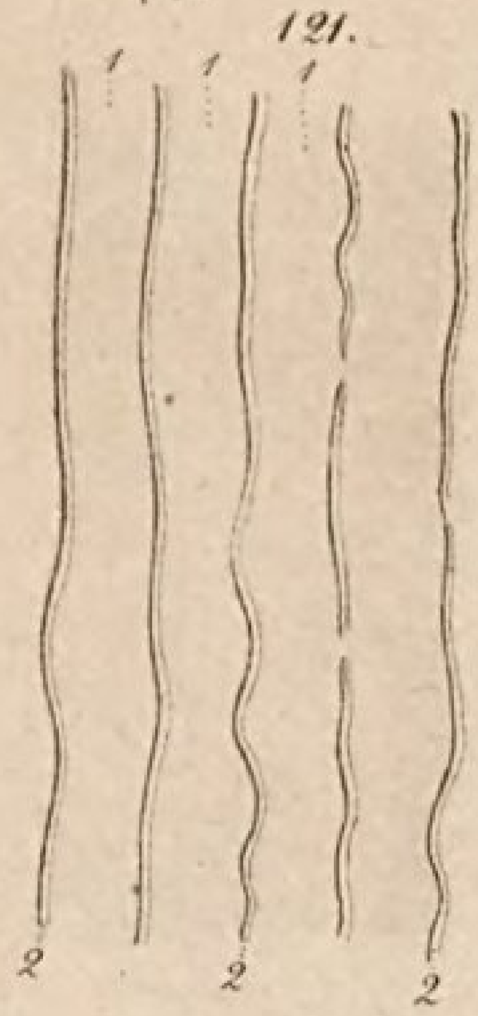
119.




120.



121.



122.



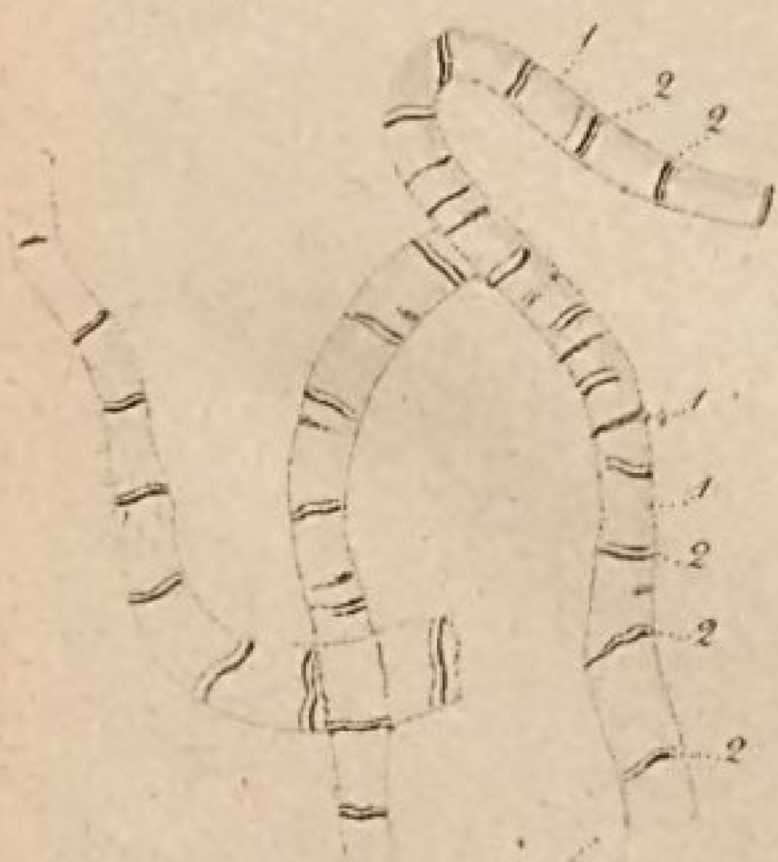
124.



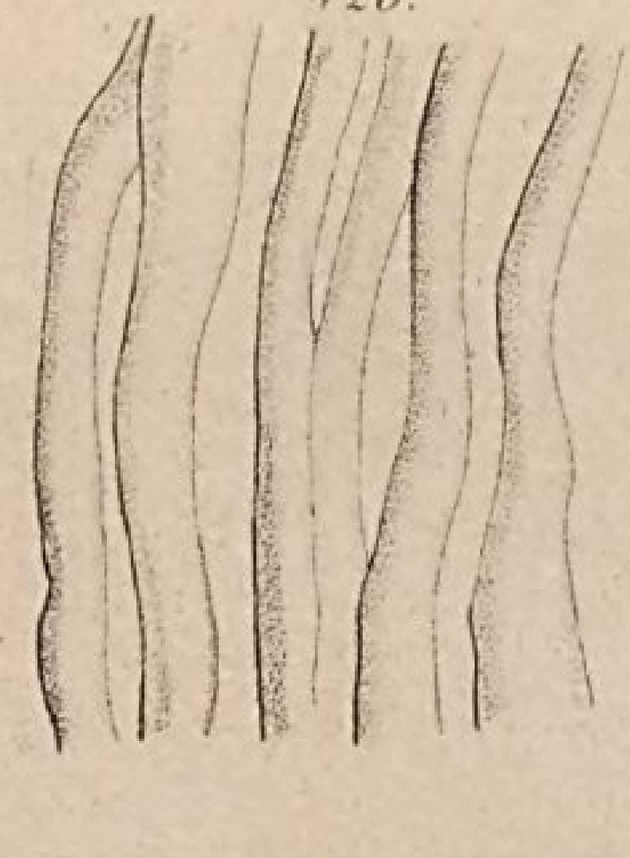
125.



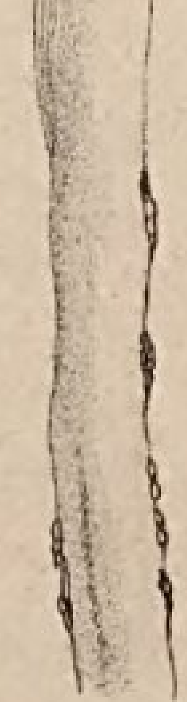
123.



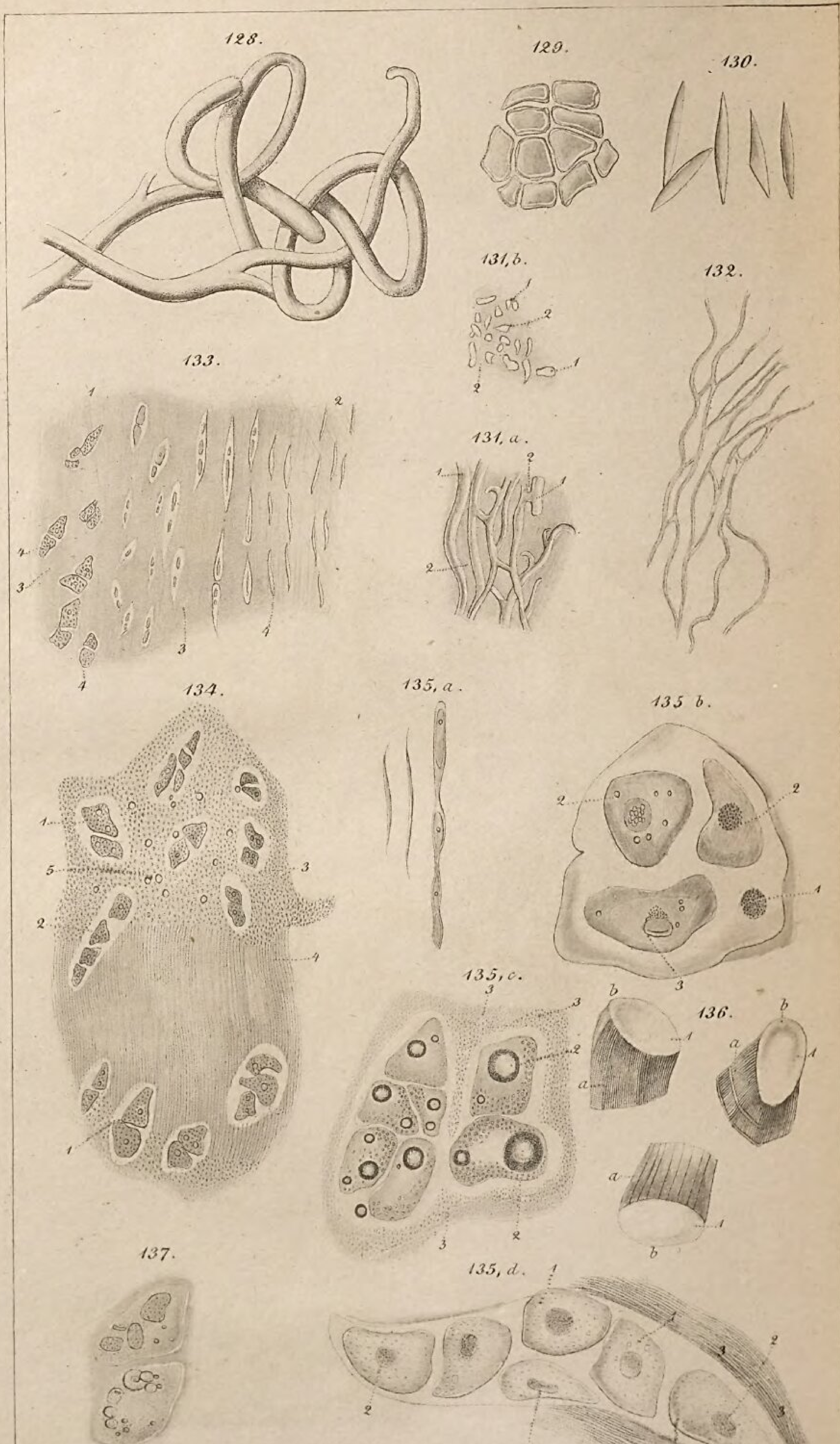
126.

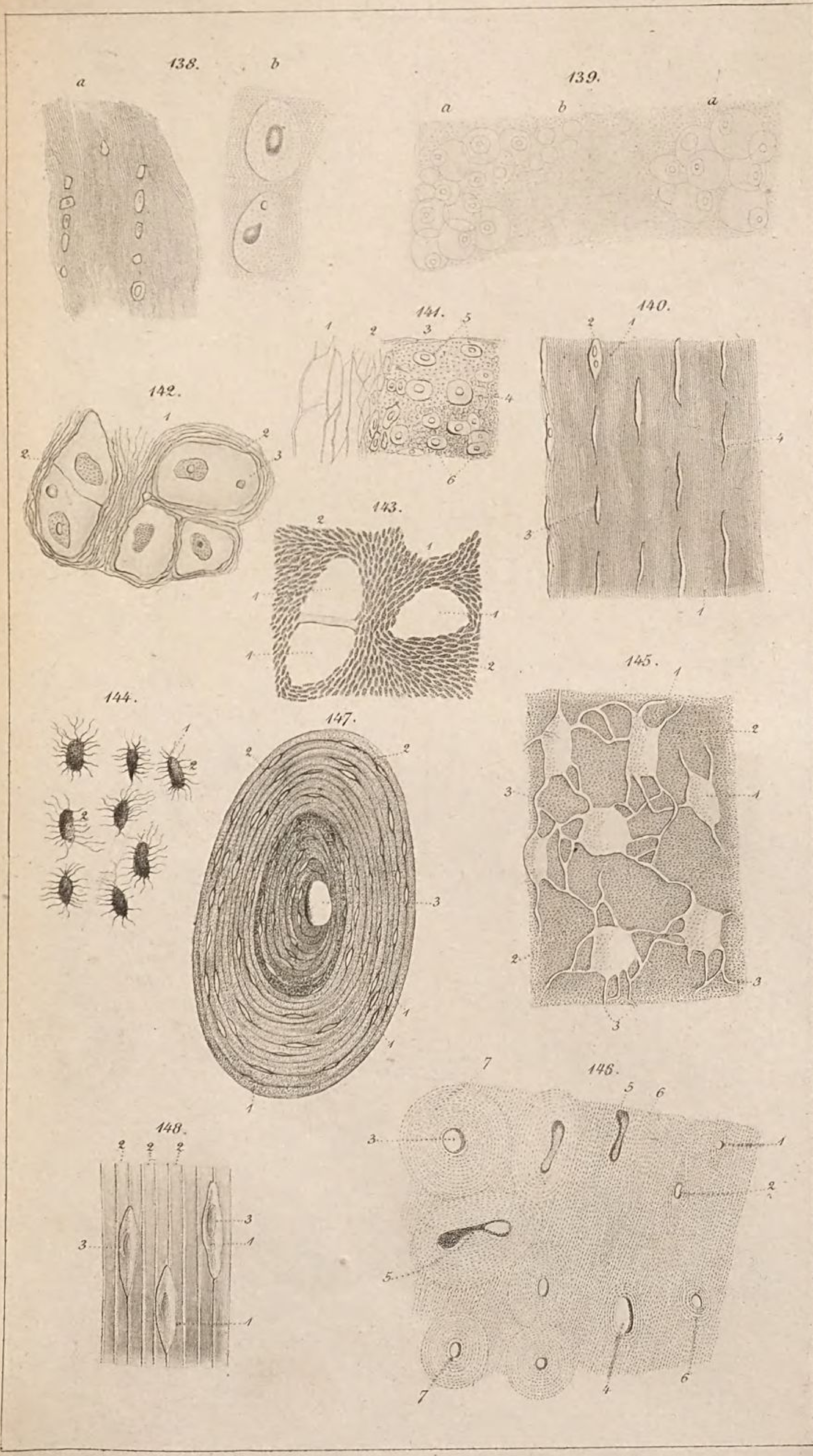


127.

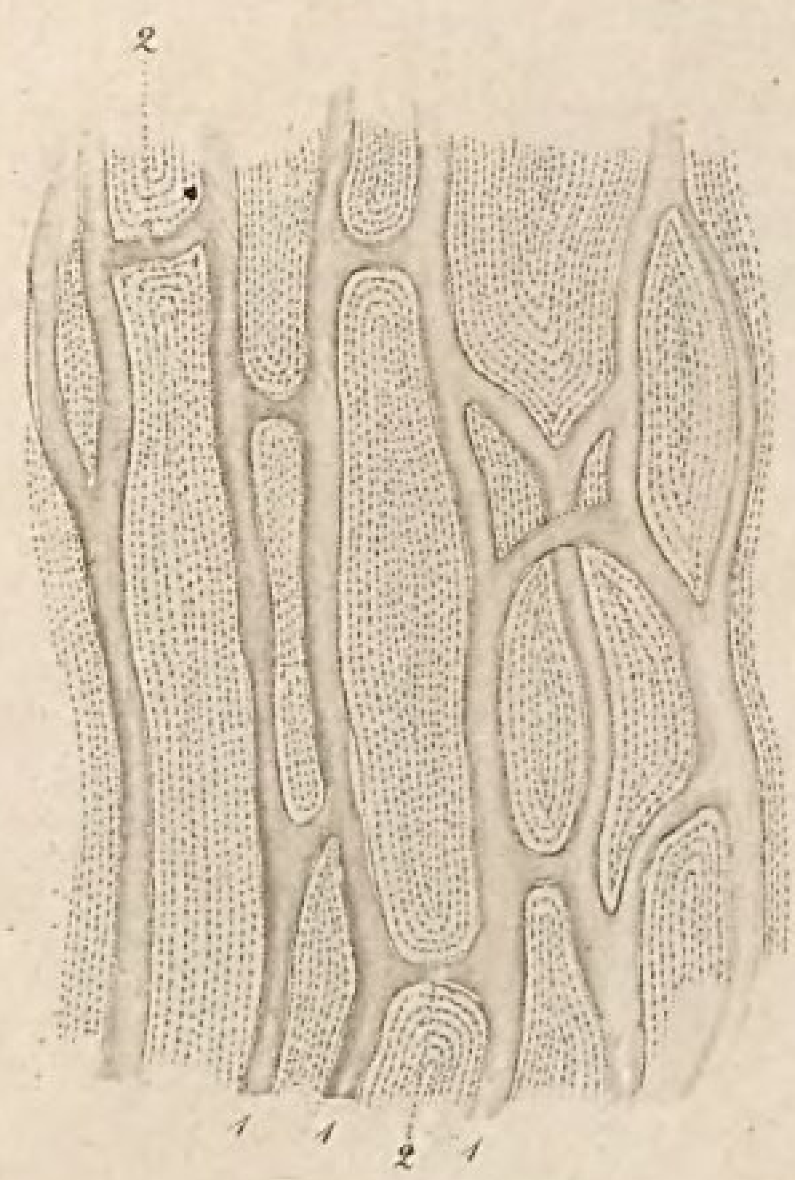


Taf. XIII.

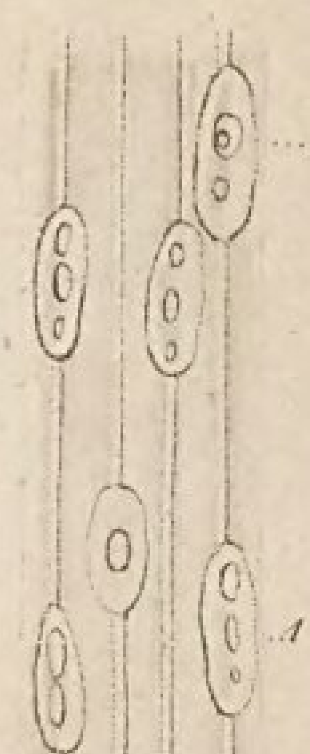



138.
a
b
139.
a
b
a
141.
140.
142.
143.
144.
147.
145.
146.
148.

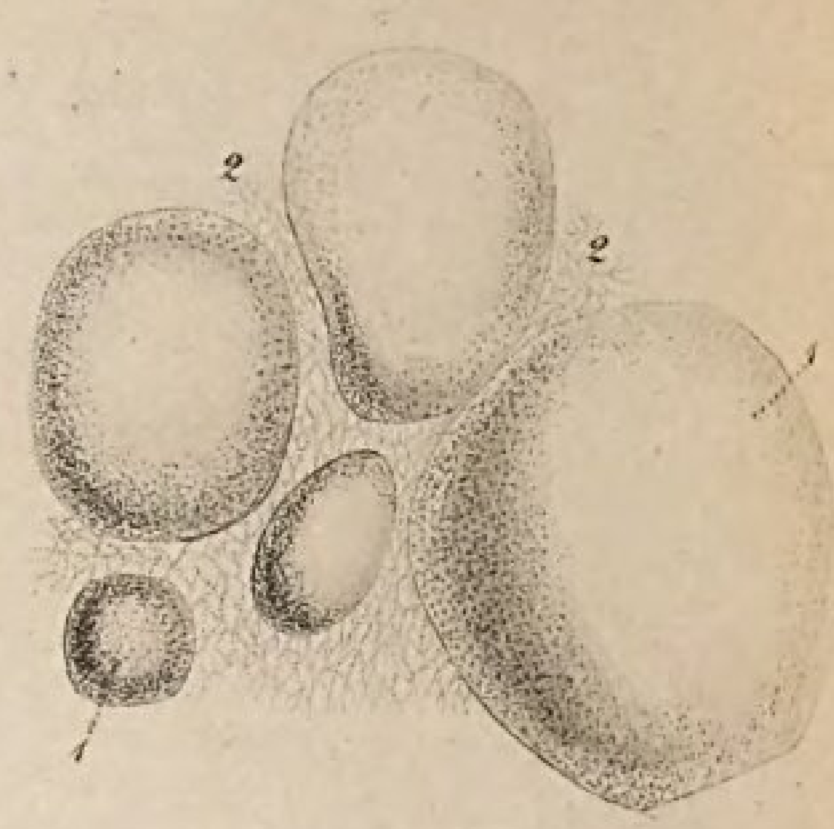
149.



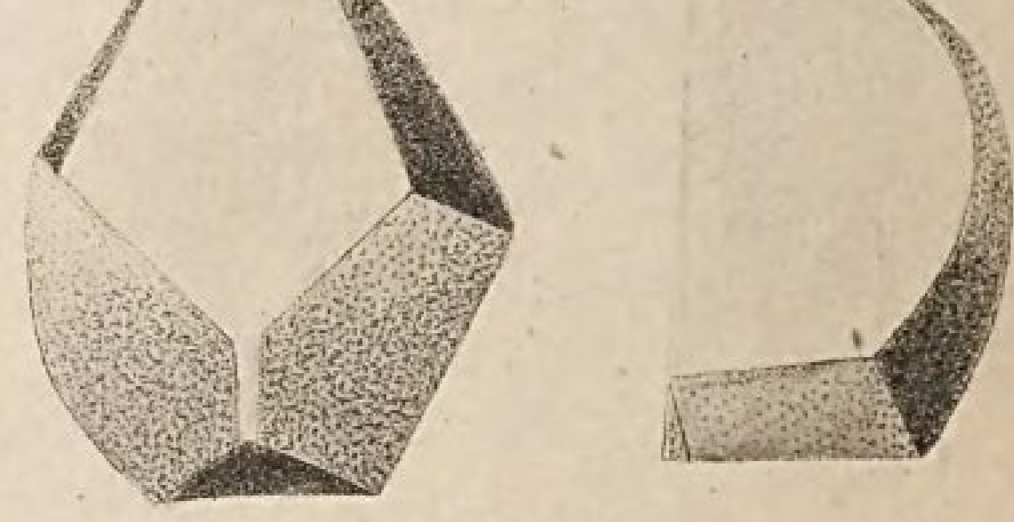

150.



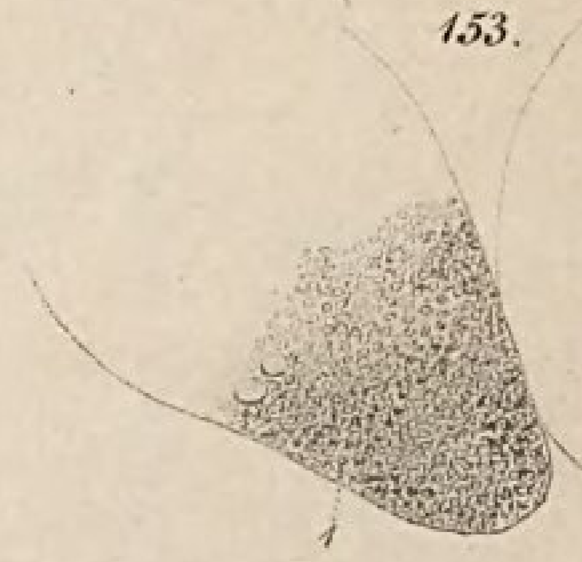

151.



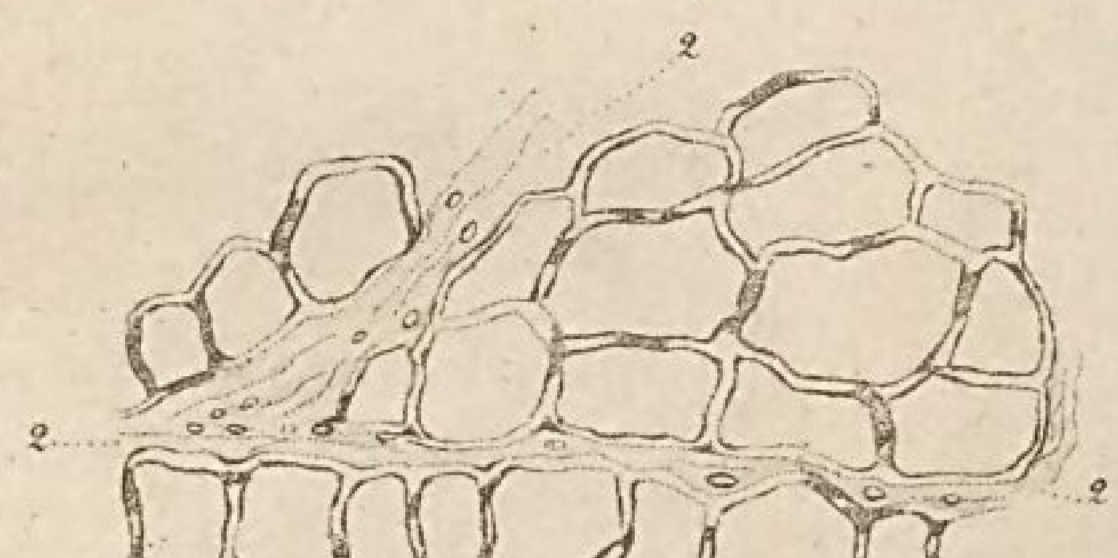

152.



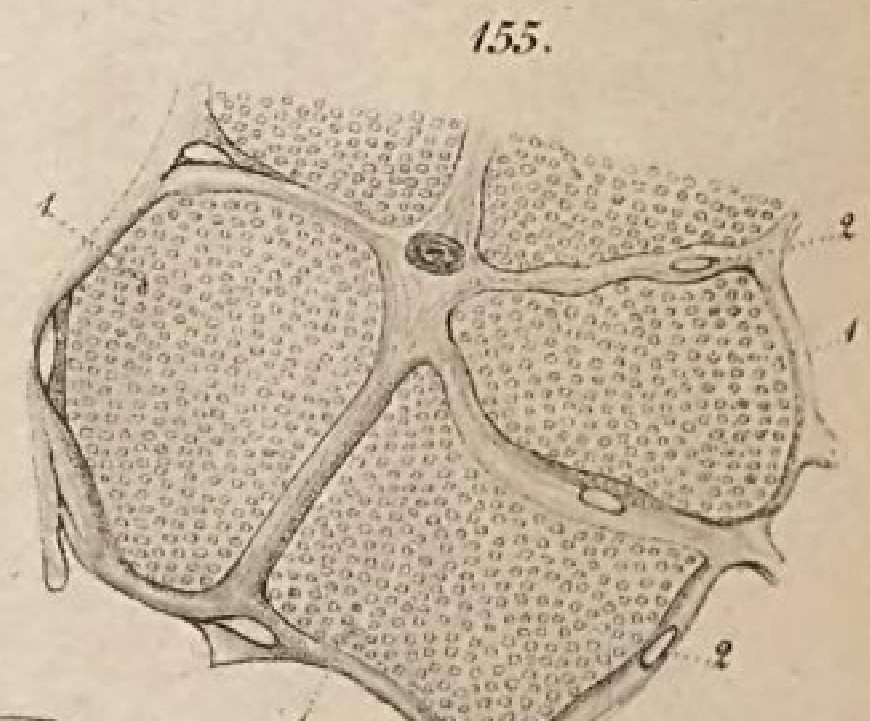
153.



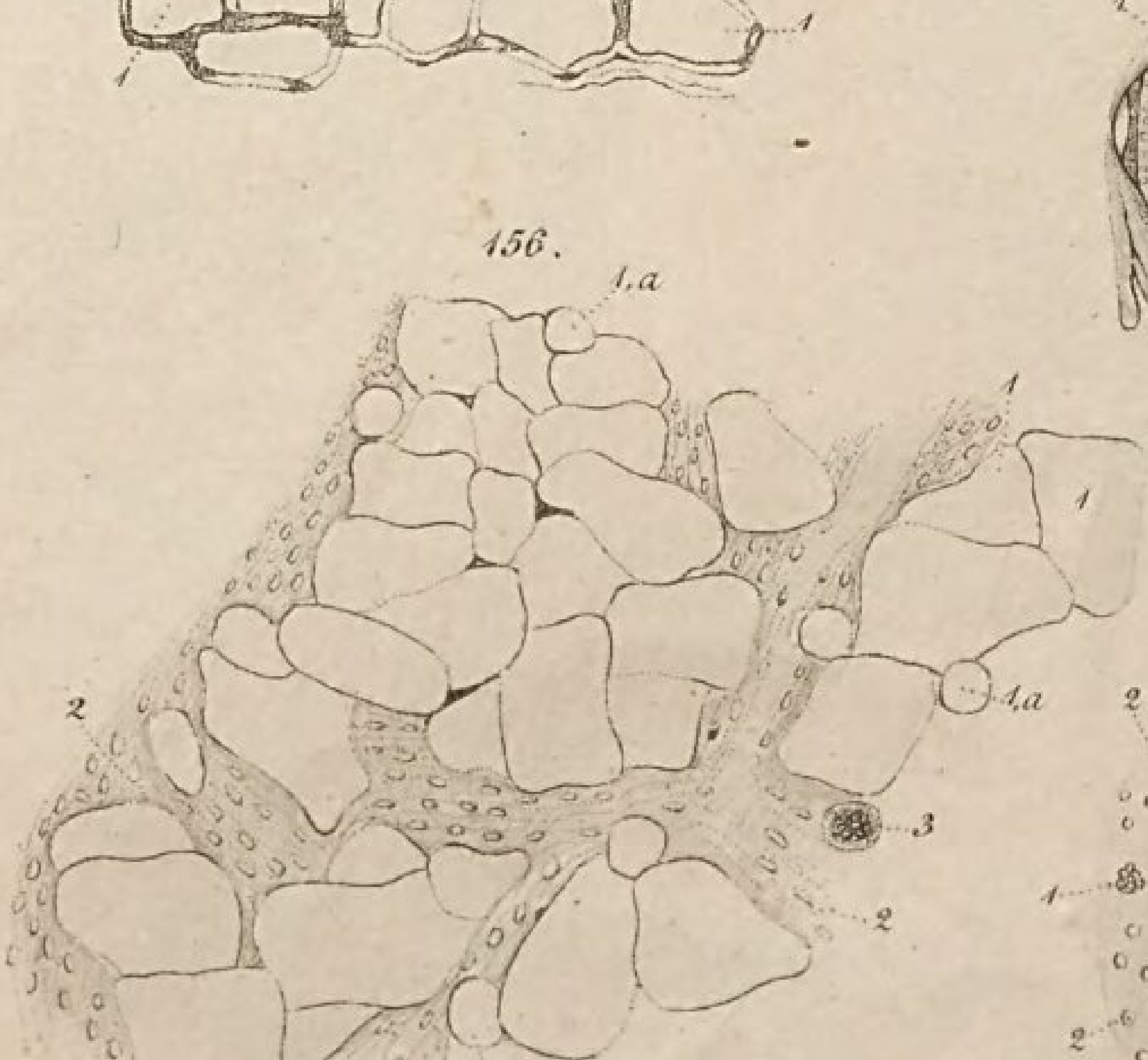

154.




155.




156.



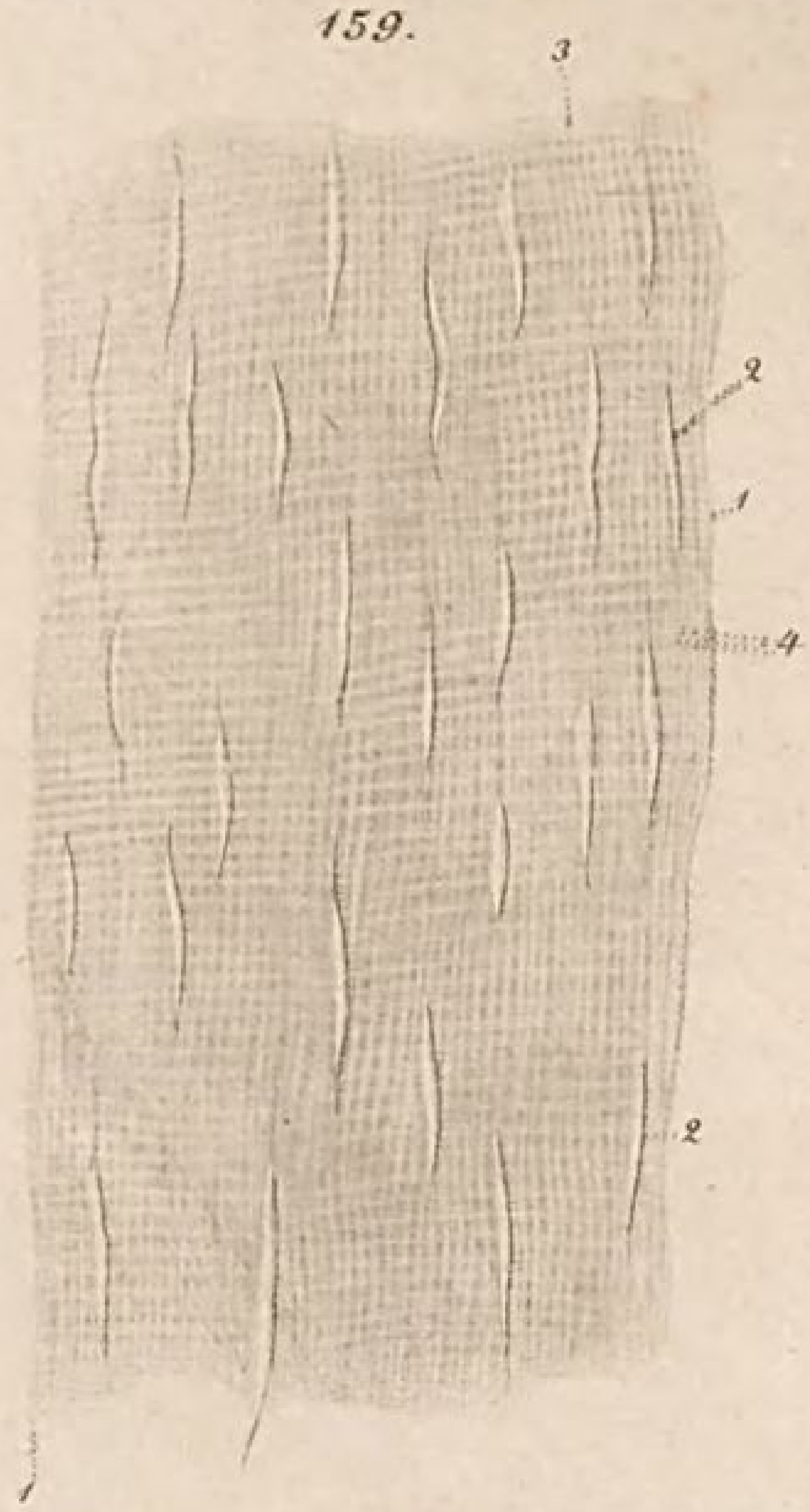

157.



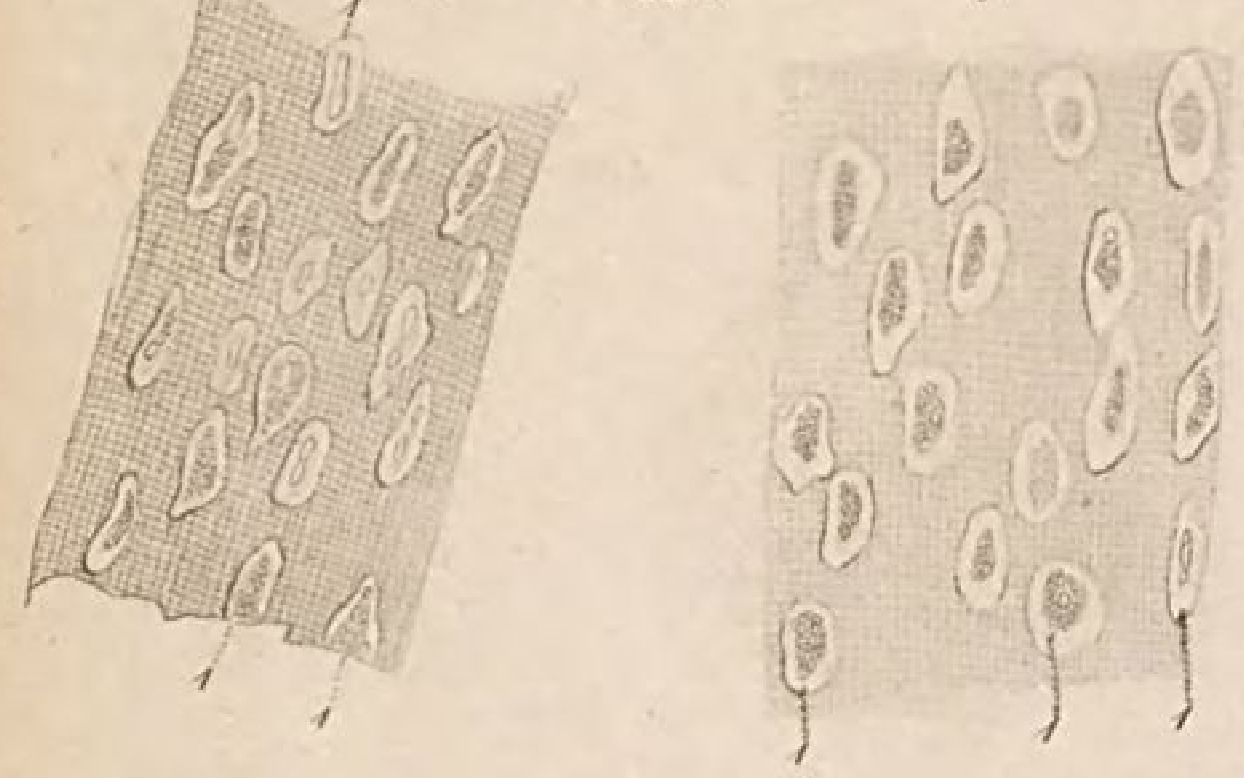
158.



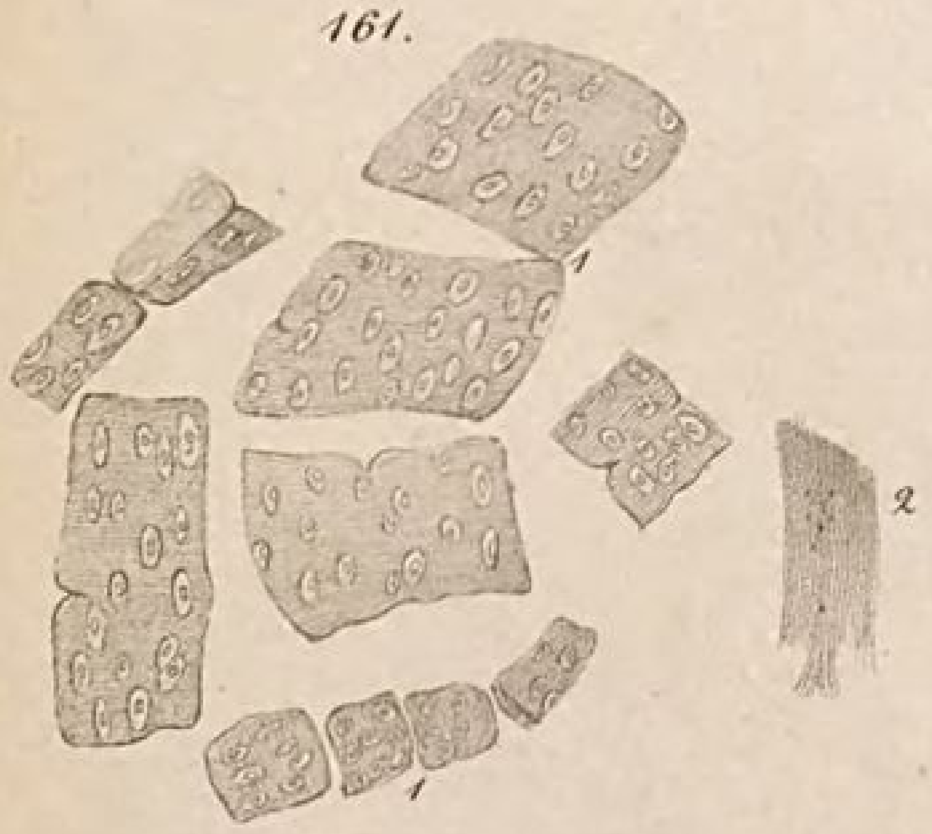

159.




a 160. b




161.



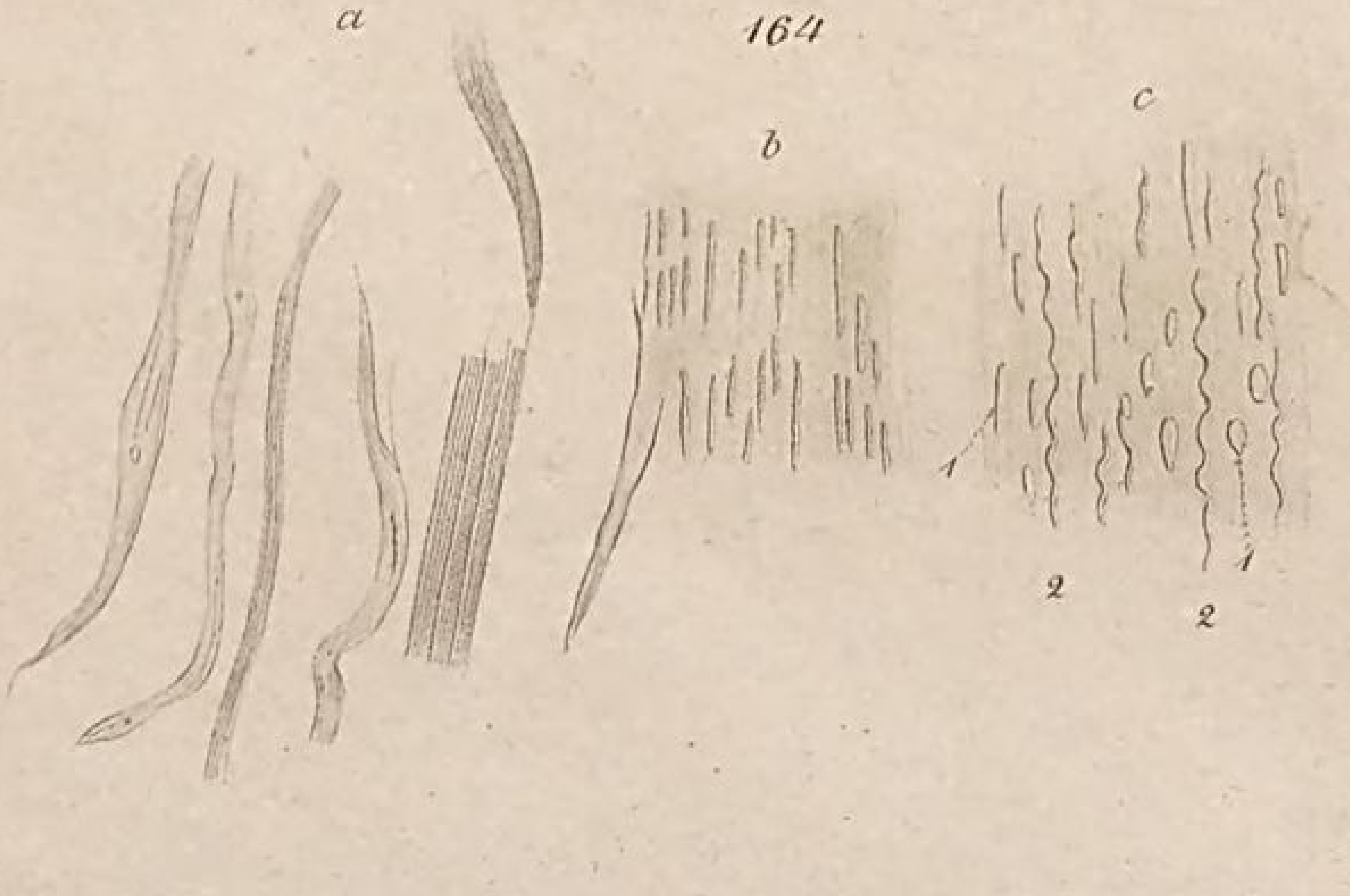

162.

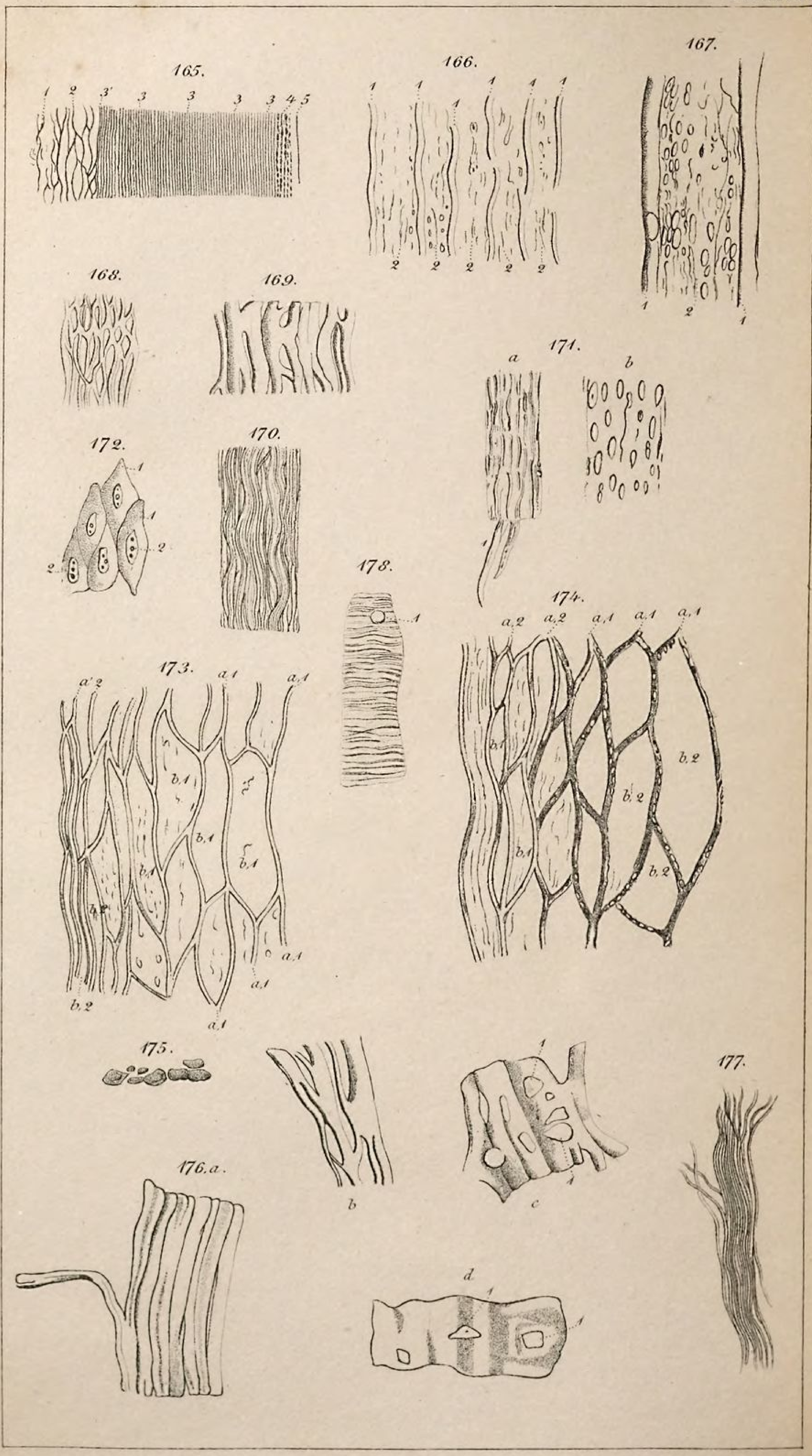


163.

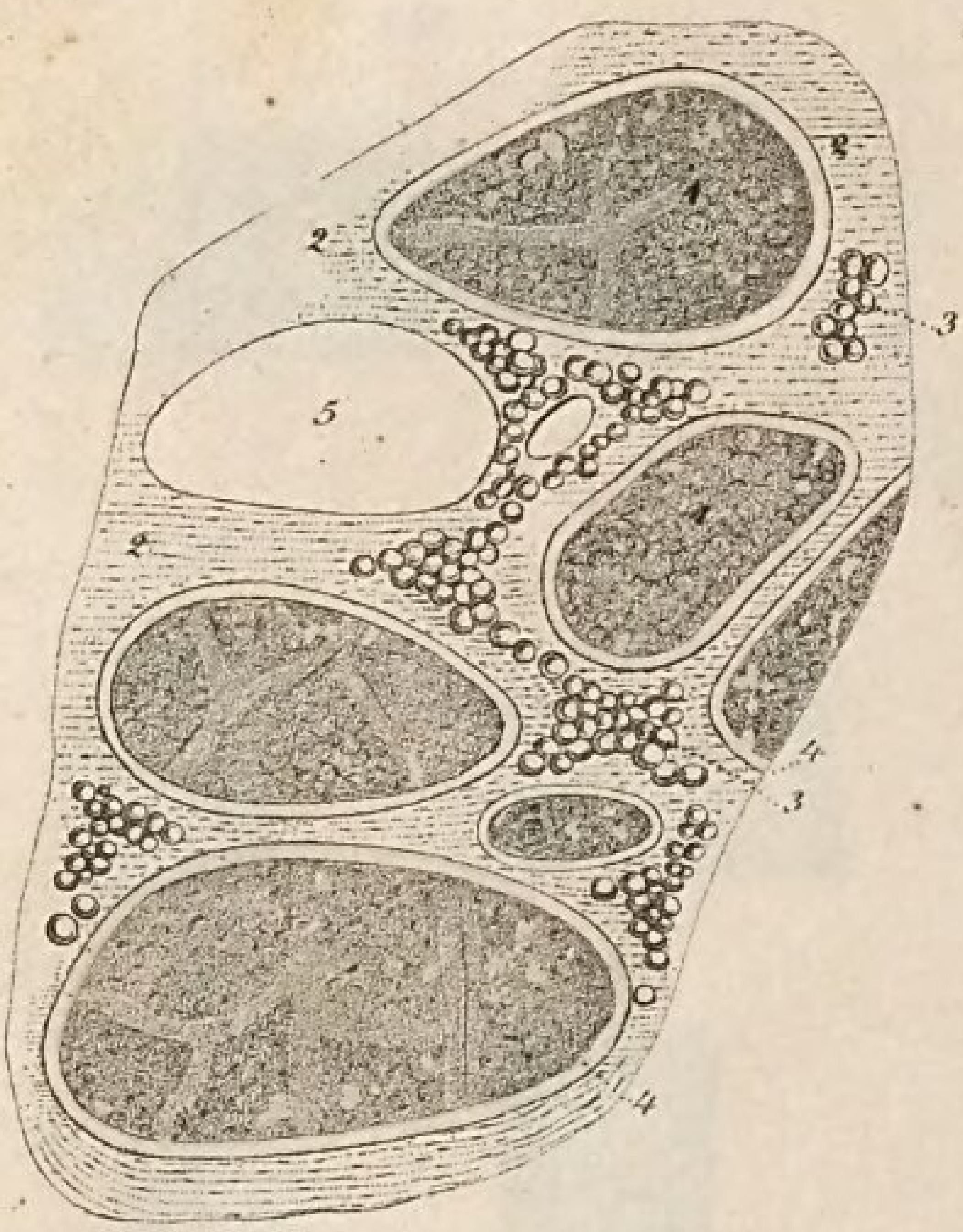



164

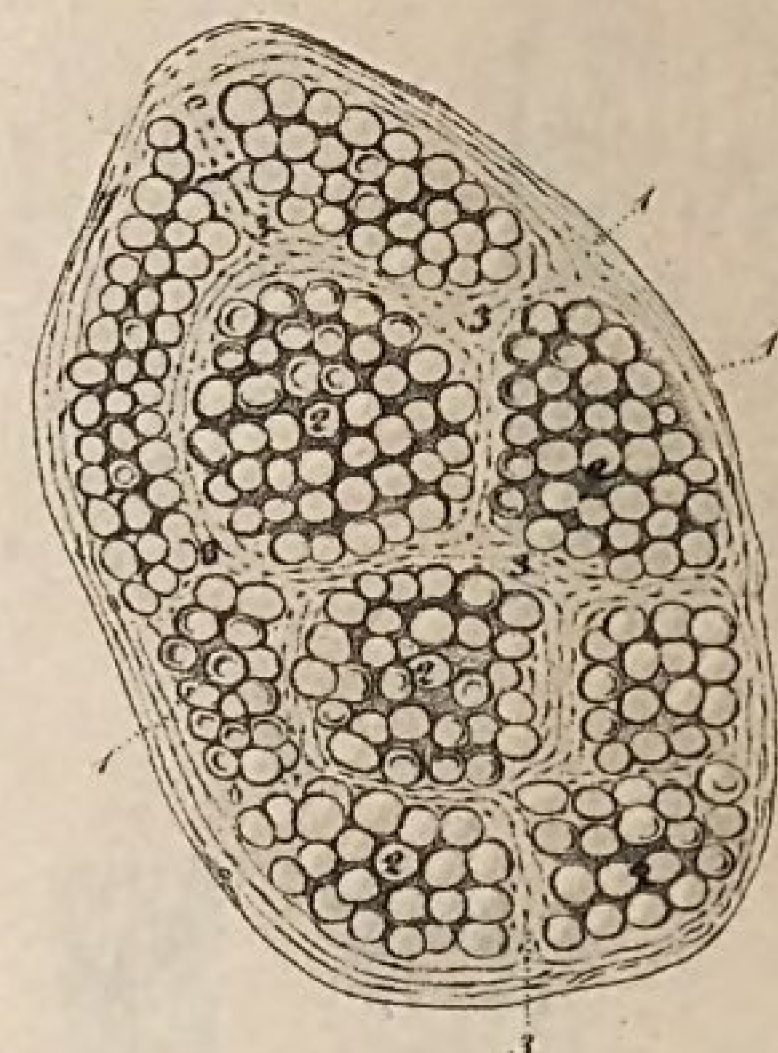



165.
166.
167.
168.
169.
171.
172.
170.
178.
174.
173.
175.
177.
176. a.

179.



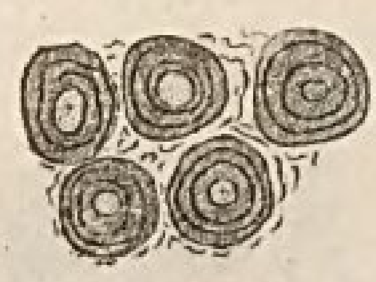

180.



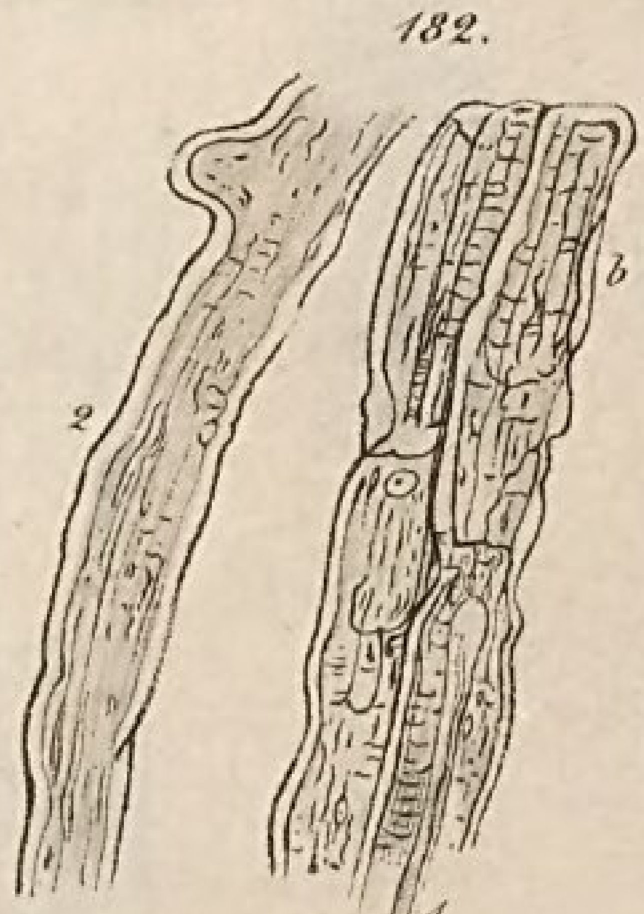

183.



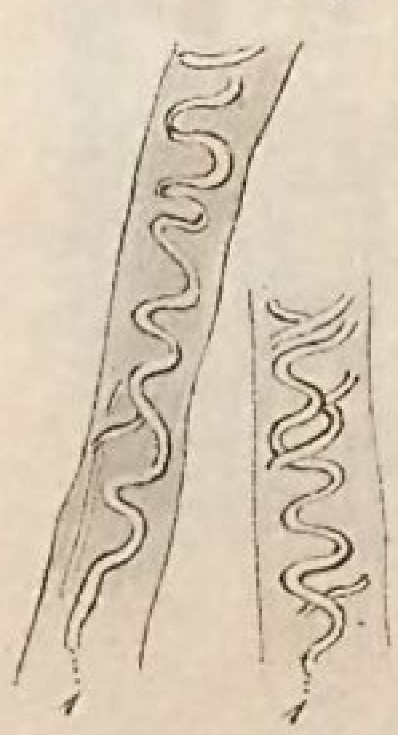
181.



182.




184.



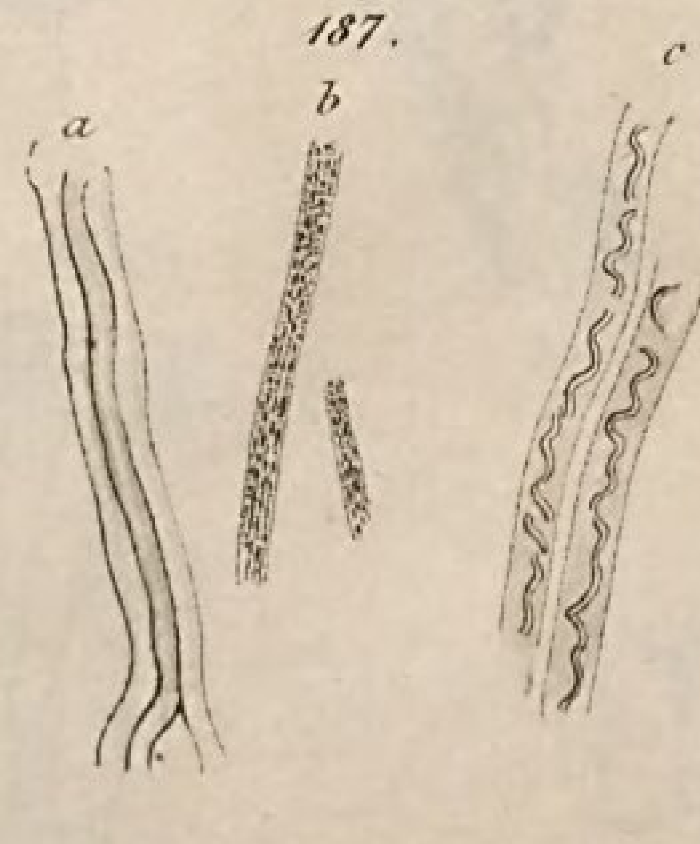

185.



186, a.



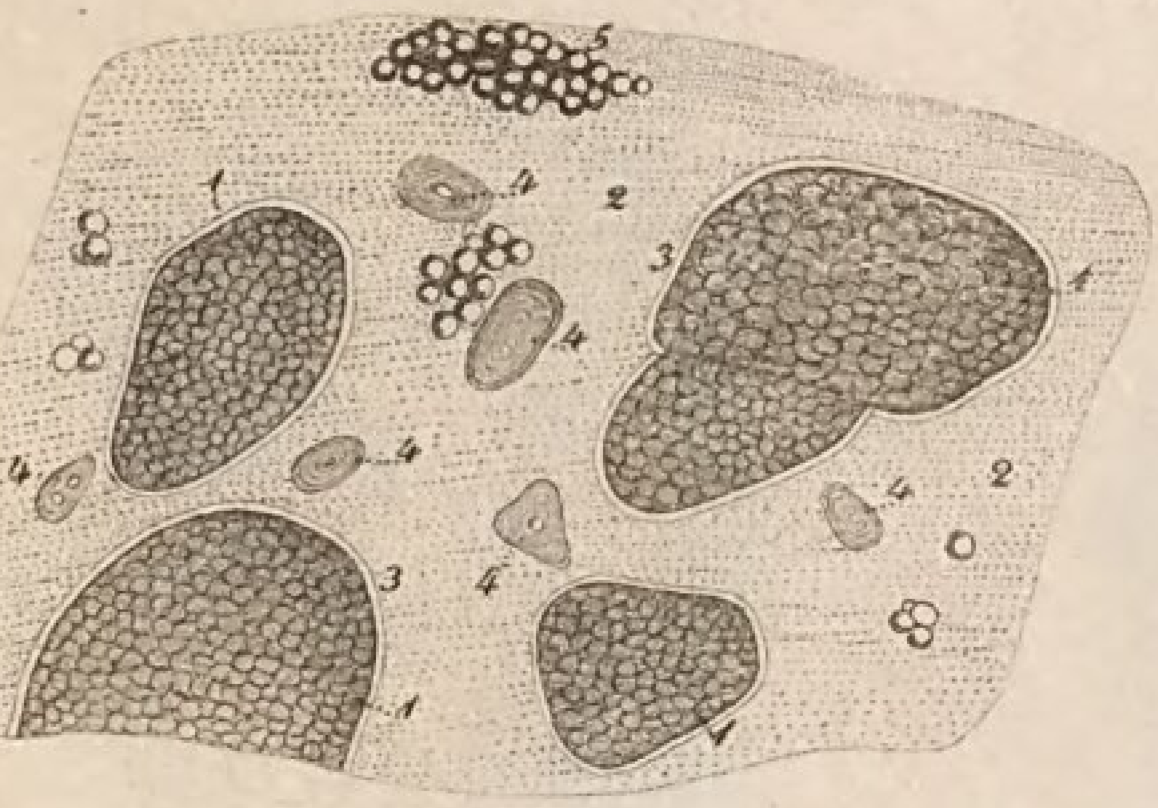
187.




186, b.



188.



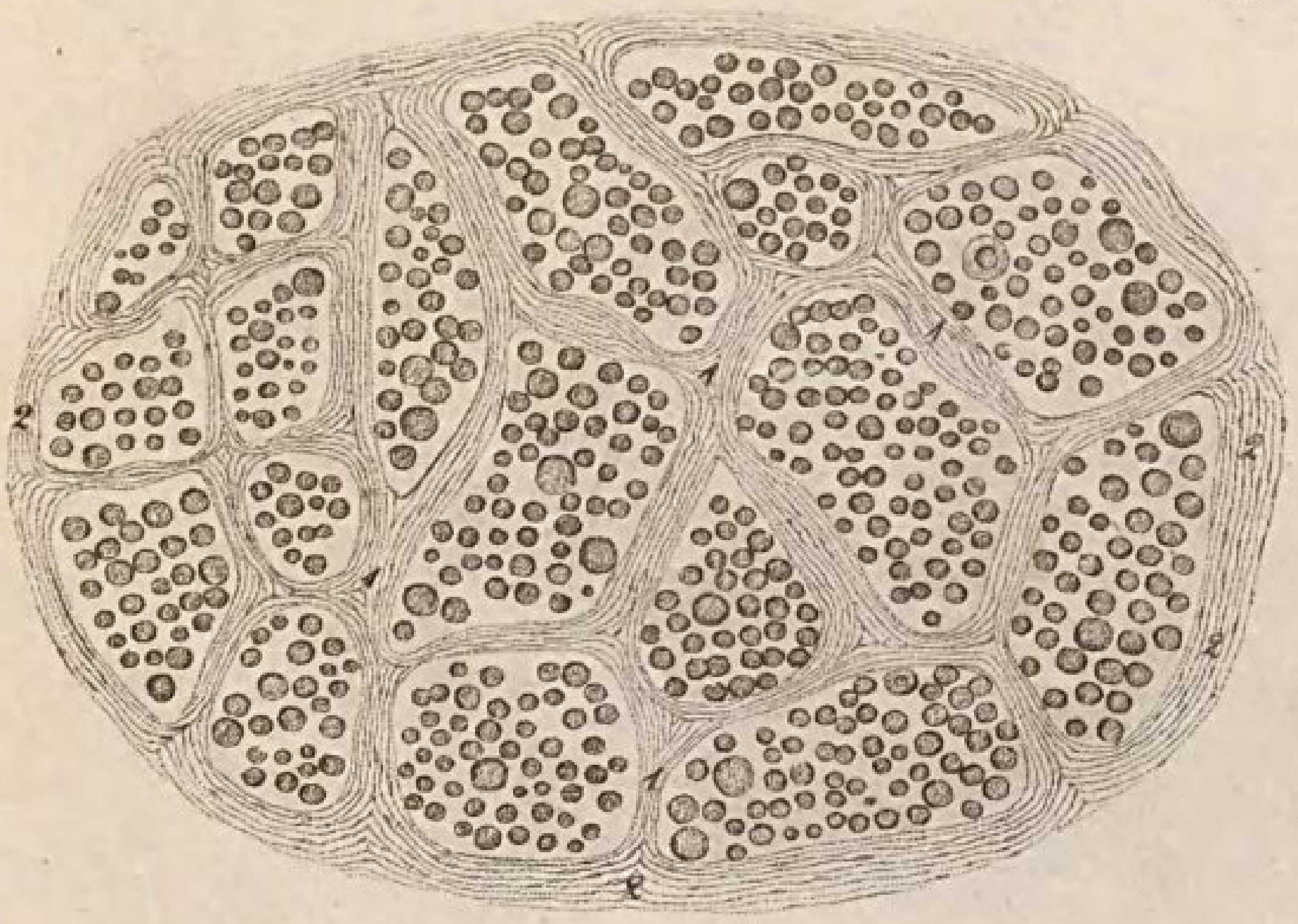

189.



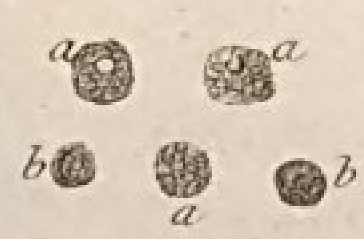

191.



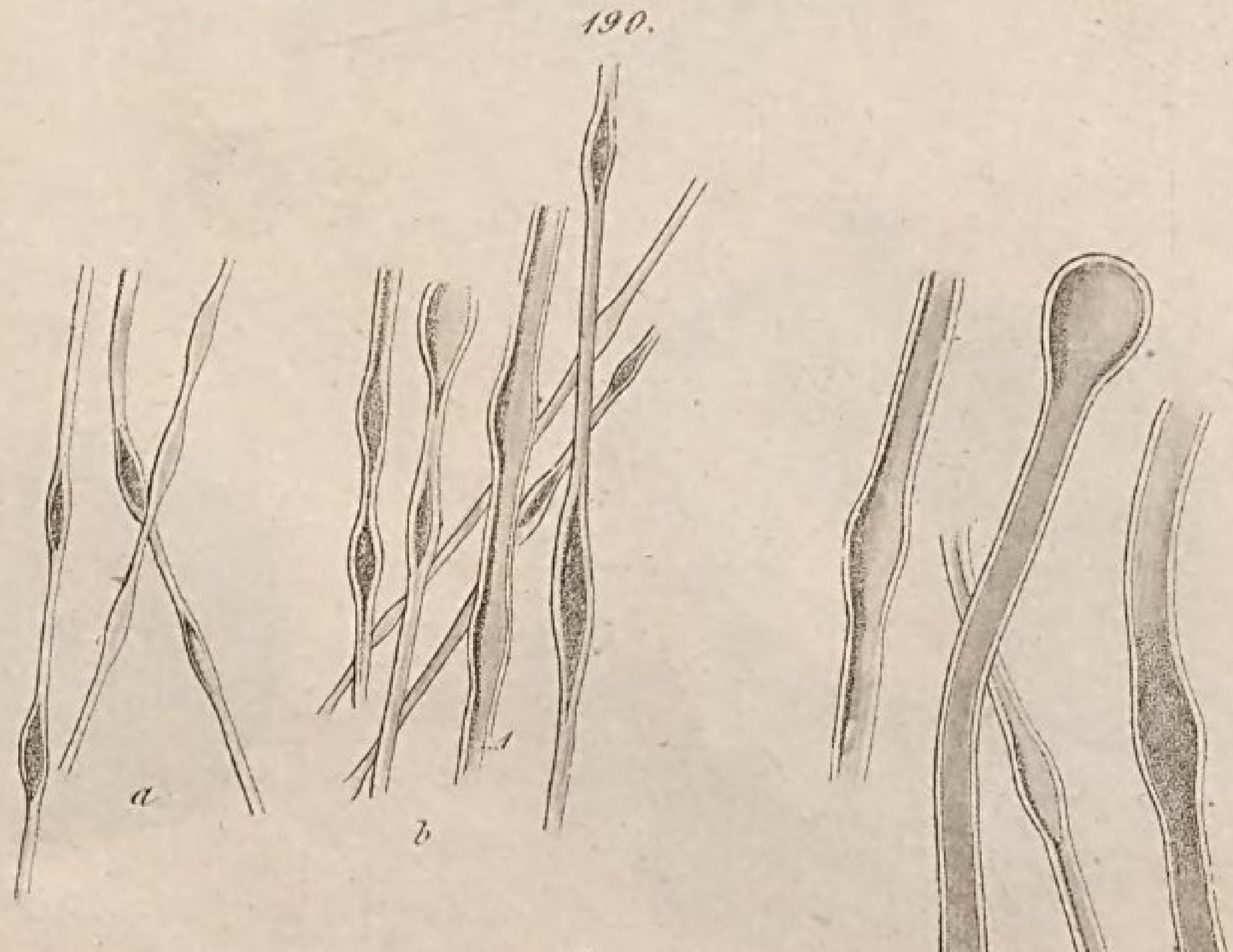

189,1.



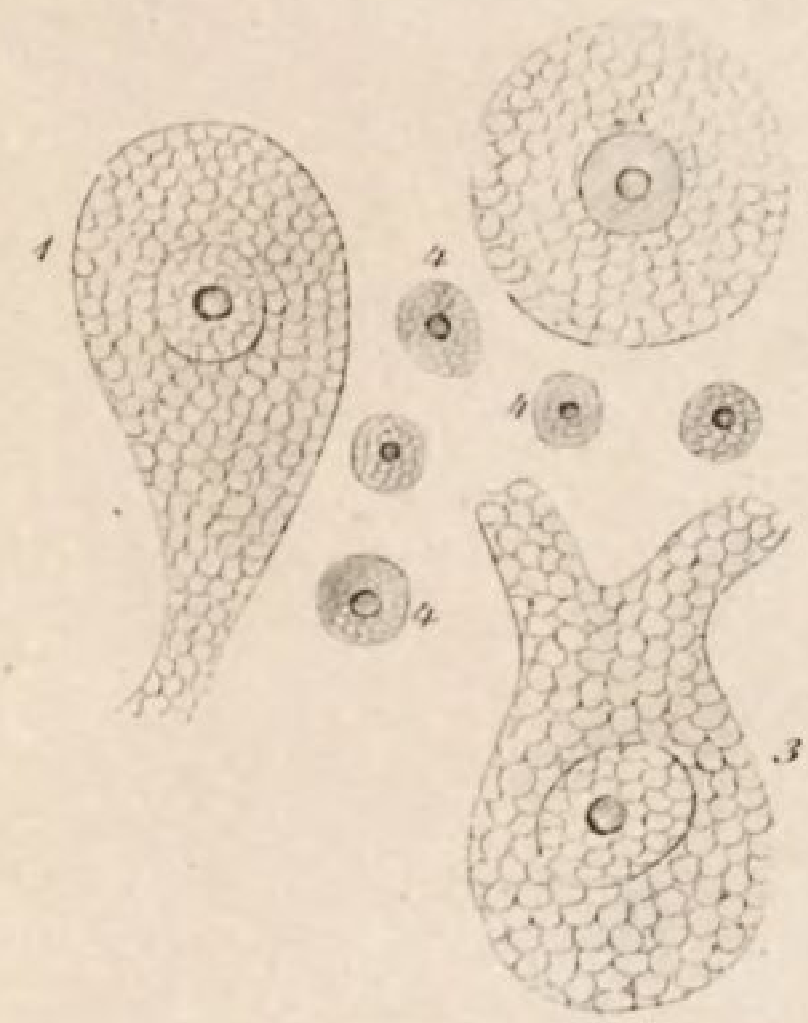

192.



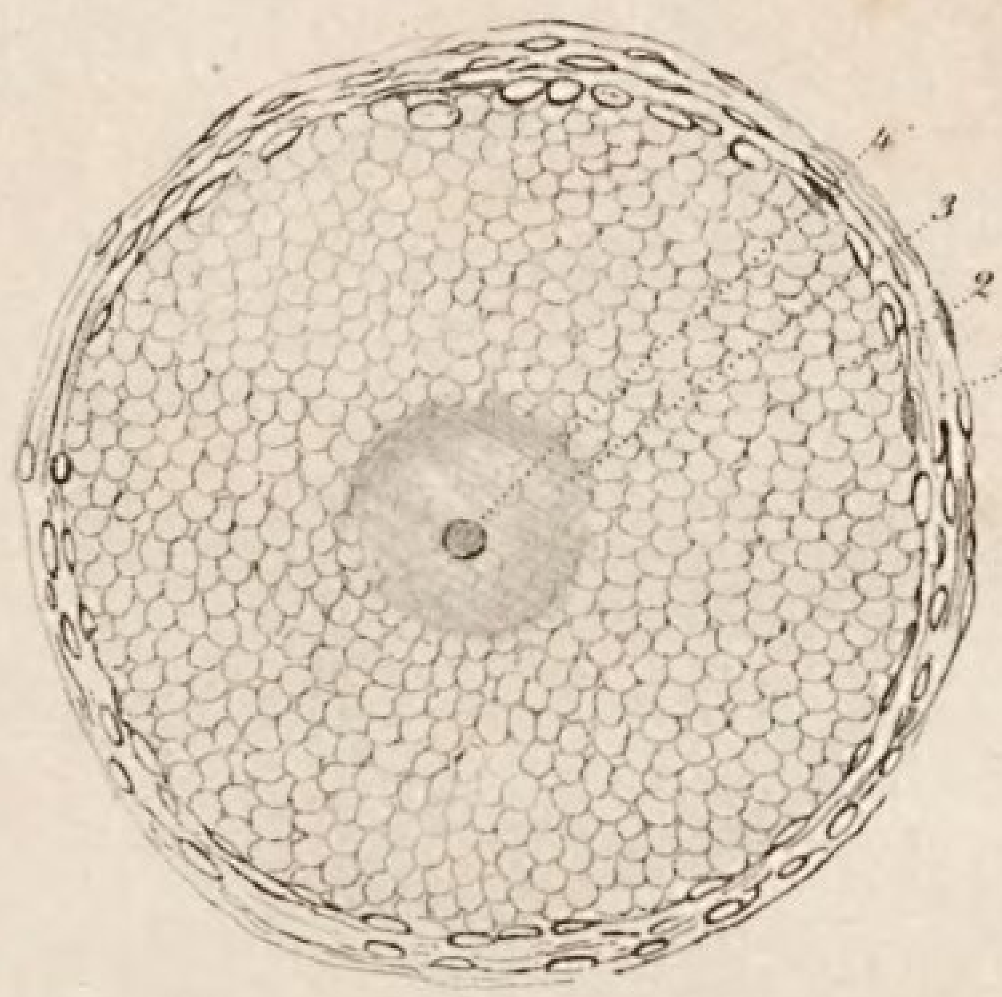

190.



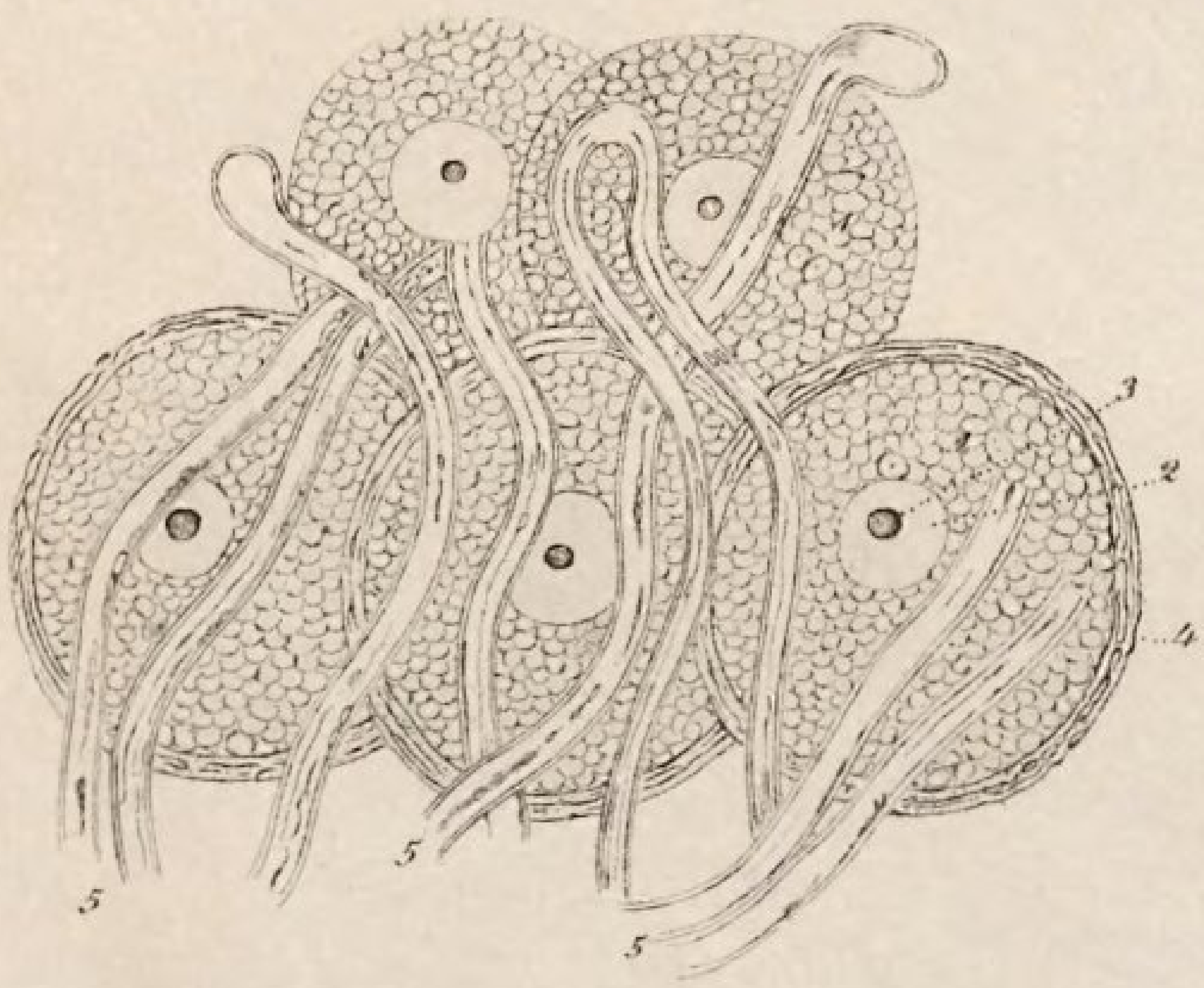
193.



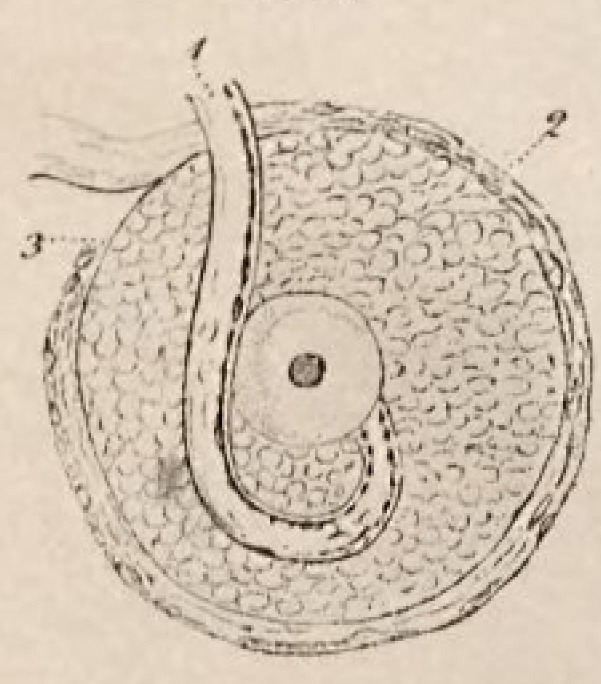

195.




194.




196.




197.

